М. ЛЕСНИКОВ

Джемс Уатт

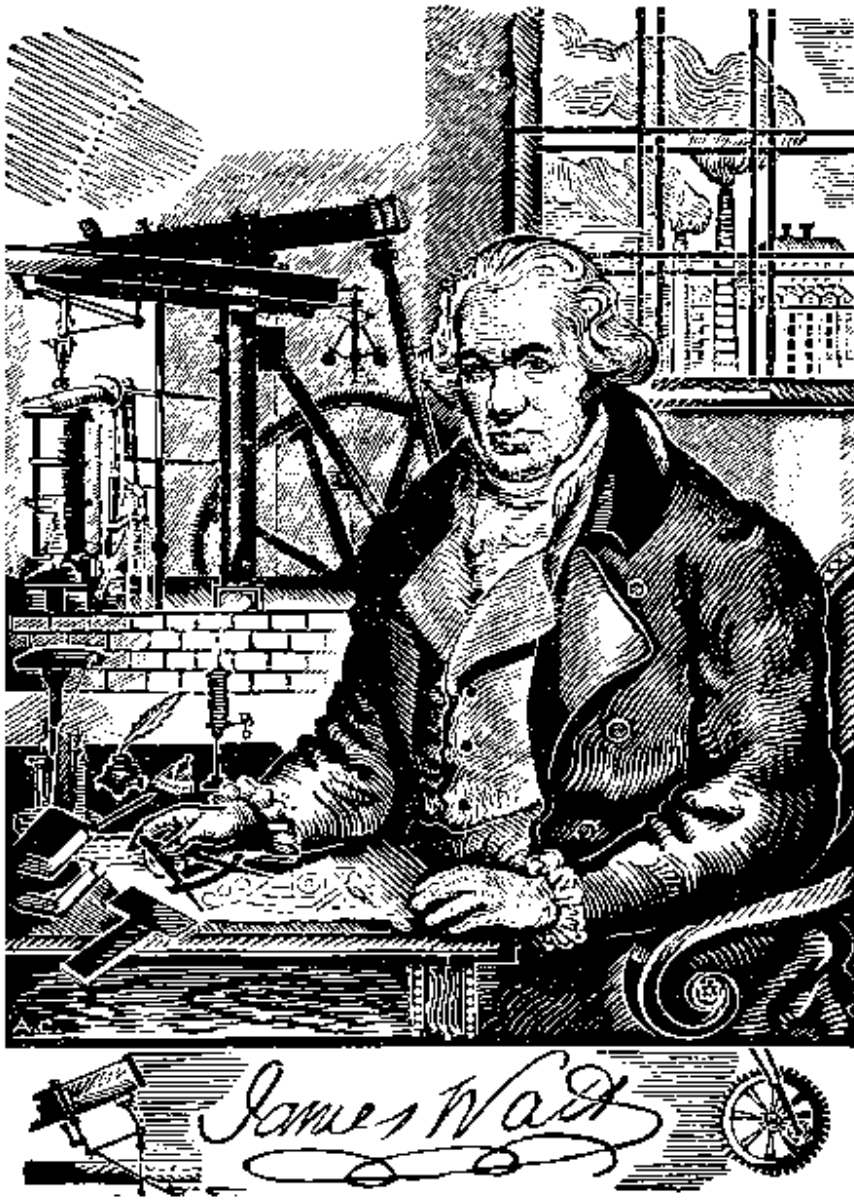
SHOUT
SHARE
IT

Annotation

В настоящем издании представлен биографический роман о Джемсе Уатте (1736–1819), английском изобретателе, создателе универсального теплового двигателя. Изобрел (1774–84) паровую машину с цилиндром двойного действия, в которой применил центробежный регулятор, передачу от штока цилиндра к балансиру с параллелограммом и др. Машина Уатта сыграла большую роль в переходе к машинному производству.

- М. Лесников
  -
  - Семья Уаттов
  - Глазгоуский университет и его механик
  - Модель машины Ньюкомэна
  - Доктор Рэбэк
  - Бирмингам и Корнуэлс
  - Мельница Альбиона
  - На закате. Наследие
  - Примечания
  - Библиография
- notes
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6

М. Лесников
ДЖЕМС УАТТ



Семья Уаттов

В старой метрической книге пуританской кирки маленького еще в ту пору рыбачьего поселка Гринока в Шотландии сделана следующая запись:

ЗАПИСЬ КРЕЩЕНИЙ В ГОД ГОСПОДЕНЬ 1736

1736

Январь — Уатт Джемс, законный сын Джемса Уатта строителя (wright) в Гриноке и Агнессы Мюирхэд его супруги, родился 19 и крещен 25 января. Всего в этом месяце крещено 7 детей.

Тот, кто вел метрические книги, вероятно, хорошо знал дела гринокского прихода, и о родителях маленького Джемса — Джемсе Уатте и его супруге Агнессе, урожденной Мюирхэд, у него нашлось бы что порассказать, тем более, что Уатты были людьми довольно видными и уважаемыми в приходе.

Всего только за два года до рождения Джеми глубоким стариком в 1734 году умер его дед Томас Уатт. Томаса Уатта все очень хорошо знали в Гриноке, но едва ли кто-нибудь помнил, как он попал сюда, на берега Клайда.

От бурной эпохи Великой английской революции ведет свое начало недлинная родословная Уаттов. Уатты пришли из северо-восточной Шотландии; говорили, что отец Томаса, т. е. прадед изобретателя, был крестьянином в графстве Эбердинском и в годы «великого мятежа» крепко стоял за «Национальный Ковенант», т. е. всенародный революционный союз, заключенный в Шотландии против королевского произвола и на защиту строгой и простой пуританской церкви против англиканства с его остатками католической пышной церковной иерархии. Когда одному из шотландских аристократов, перекинувшихся на сторону короля, маркизу Монтрозу, удалось в 1644 году поднять

в пользу короля восстание отсталых воинственных шотландских горцев, то Уатт вместе с Другими ковенантерами бился против диких горцев и погиб в одной из стычек. После гибели отца маленького Томаса прихватили с собой оставшиеся в живых родственники, бежавшие в более спокойные места из «обезлюдевшего, безлошадного, безоружного и безденежного» Эбердинского графства.

Когда эбердинские беженцы очутились на западном берегу Шотландии в устье Клайда, в том самом месте, где берега его круто поворачивают на юг и образуют настоящий морской залив, там, где впоследствии вырос город Гринок, то их глазам представился десяток-другой рыбачьих домишек, крытых соломой и тростником, вытянувшихся в ряд вдоль песчаного морского берега, а за ними на зеленом склоне холма — помещичья усадьба владельца этих земель.

Это было местечко, бург Картсдайк или Краффордсдайк. Небольшой мол выдавался на несколько десятков шагов в залив — предмет гордости картсдайкцев и зависти обитателей соседнего рыбачьего местечка Гринока. Гриноку скоро суждено было перерасти своего соседа и в конце-концов совсем проглотить его: теперь Картсдайк давно уже влился в качестве одного из городских районов в торговый и промышленный город Гринок, строящий морские суда и машины, славящиеся на весь мир. Но это еще дело отдаленного будущего, а пока, благодаря своему молу, Картсдайк считался портом и до некоторой степени мореходным центром всей округи. Впрочем, мореходство было не очень обширное: правда, Картсдайк мог гордиться тем, что от его мола в 1697 году отвалил первый на Клайде корабль, ушедший в заокеанское плавание в Америку, но, вероятно, это было единственное судно, годное для дальнего океанского плавания.

По переписи 1700 года весь флот обоих местечек состоял из одного корабля и двух барок, а три других, более или менее крупных судна, принадлежали купцам из соседнего города Глазгоу. Но перепись, должно быть, не отметила многочисленных рыбачьих лодок, которыми был усеян весь залив, а ведь как-раз рыболовством, ловлей знаменитых шотландских сельдей, и кормилось население обоих местечек. Большое оживление наступало тогда, когда на местные ярмарки приезжали с северного берега Клайда горцы. Впрочем, гринокцам приходилось тут быть на чеку: никто не мог поручиться, что воинственным гостям не вздумается учинить какого-нибудь буйства или разбоя.

Лов сельди создал благосостояние Гринока и Картсдайка, но со временем к этому присоединились и более обширные морские предприятия. Ведь из среды рыболовов вербовались кадры

отличных моряков.

В 1710 году гринокцы, наконец, получили разрешение и выстроили себе мол, а в 1719 году из нового порта ушел в Америку первый корабль. В двадцатых — тридцатых годах XVIII века и Гринок, и Картсдайк производил на современников впечатление бойких цветущих городков.

Объезжавший эти места в двадцатых годах XVIII века Даниэль Дефо, автор известного романа «Робинзон Крузо», записал в дневнике своего путешествия по Англии и Шотландии: «В устье реки Клайда расположено несколько деревень и рыбачьих местечек, которые ведут оживленную торговлю. Первым городком, достойным внимания, является Гринок. Он, по-видимому, не очень давнего происхождения и вырос за последние годы, так как тут хороший рейд для кораблей, идущих в Глазгоу и выходящих оттуда. Городок хорошо построен, и в нем много богатых купеческих семей. В нем имеется также замок, который господствует над рейдом. Это главное место в западной Шотландии для лова сельди, и глазгоуские купцы, занятые в этом деле, имеют свои суда для ловли рыбы и для последующей отправки ее на рынки за границу, а чтобы эти суда всегда были готовы к выходу в море, то они поручают заботу о них гринокцам, которые являются хорошими моряками, и превосходными лоцманами в этих трудных для плавания местах». Море и река связывали оба городка с внешним миром. По суше сюда можно было добраться только по плохим вьючным тропам через дикие и мало населенные холмы. Единственная проезжая дорога на запад была проложена так близко к морю, что сплошь и рядом во время высоких приливов ее заливало водой.

Вот в каких местах суждено было Томасу Уатту обосноваться и прожить свой долгий век; здесь же протекли детство и ранняя юность изобретателя.

«Профессор математики и учитель навигации» — так величает надгробная надпись Томаса Уатта. Титул «профессор», конечно, несколько преувеличен, но что Томас мог обучать гринокских моряков, как обращаться с навигационными приборами, — весьма вероятно, а что он был школьным учителем — это подтверждается документально.

В годы реакции после первой революции, когда вновь началось гонение на пуритан, Томаса за симпатии к Ковенанту чуть было не сместили за то, что «он вносит беспорядок и учительствует совершенно беззаконно», как было сказано в официальной бумаге. Это было в 1683 году. Но лет через пять, когда вместе с знаменитой «Декларацией прав» была провозглашена свобода веротерпимости, Томас пошел в гору.

Правда, гора была невысока, и горизонт ее простирался немногим далее околицы Гринока и Картсдайка. За твердость ли своих пуританских убеждений или за умение сколотить — откуда и каким образом, трудно сказать — малую толику денег и купить на них два дома — один в Картсдайке, а другой в Гриноке, но только Томас Уатт стал в этих двух местечках лицом почетным и уважаемым и даже облеченным некоторой властью.

Местный помещик, сохранивший еще кое-какие феодальные привилегии, назначил его бэйлифом баронии — нечто вроде мирового судьи с некоторыми и административными полномочиями. Собрание прихожан выбрало его приходским старшиной, казначеем и секретарем. Все это были не просто почетные звания, но звания, связанные с определенными обязанностями и полномочиями. Пуританская церковь требовала строгой дисциплины от своих членов, врывалась в их жизнь, регламентируя весь их быт и поведение, и трудно было сказать, где кончались полицейские мероприятия для охраны общественной тишины, спокойствия и благонравия и начинались возвышенные заботы о загробной жизни верующих.

Как бы то ни было, у Томаса Уатта оказалось много самых разнообразных дел и обязанностей. В старых бумагах гринокского прихода сохранились следы этой его многообразной деятельности. Они дают несколько характерных черточек и той бытовой обстановки, в которой протечет детство и юность Джемса Уатта.

Отремонтировать церковь — дело Томаса Уатта, но он же должен проверить и правильность мер и весов, дабы жители не обвешивали и не обмеривали друг друга. Он строит мост, соединяющий оба местечка, но он же издает и постановление об оштрафовании владельцев «кур и прочей ручной птицы», нанесшей ущерб соседним огородам. Но главное его дело — блюсти за общественной нравственностью и заботиться о спасении душ прихожан. Тут Томас Уатт был, вероятно, неумолимо строг. Он издавал постановления против тех бездельников, которые, как сказано в распоряжении, «в пятницу или субботу вечером засиживаются в кабаке позже 9 часов вечера после того, как позвонят в церковный колокол, чтобы дать этим знак, что пора всем сидеть по домам». Он грозил суровой карой рыбакам, выходящим в море в воскресный день, и запрещал всякие развлечения, не освященные обычаем, вроде, например, представлений странствующего цирка. Недаром, когда Томас Уатт в возрасте семидесяти двух лет попросился в отставку, прихожане вынесли ему благодарность за ретивое исполнение своих обязанностей.

Но не одними только общественными делами занимался Томас Уатт. Неизвестно, где и как он вкусил плоды науки, но любил ее и немного даже занимался ею. В небогато обставленной комнате гринокского «профессора» на стене висели два портрета, писанные маслом: один — его земляка, шотландца Нэпира, открывшего логарифмы, другой — сэра Исаака Ньютона, многолетнего председателя «Королевского общества». Общество это объединяло ревнителей науки, той «новой науки», которая в противоположность старой, схоластической, направляла свои силы на изучение природы и основывала свои выводы не на отвлеченных рассуждениях, а на наблюдении и опыте, родоначальниками которой ее адепты считали Френсиса Бэкона и Галилея. Она пыталась разрешить практические задачи, которые ставила жизнь, новая экономика и техника, и интересы нового класса, буржуазии, выдвигающегося на первое место и только-что одержавшего в Англии в двух революциях XVII века свою крупную политическую победу. А вместе с этим классом эта новая наука в ту пору как-раз праздновала свои первые большие триумфы и завоевывала себе широкое признание.

В конце 1660 года в Лондоне кружок любителей этой «новой философии», уже с 1645 года собиравшийся с грэшемском колледже или в соседнем трактире «Под бычьей головой», складывается в «коллегию для преуспеяния физико-математической экспериментальной науки», а через год эта коллегия объявляется под высочайшим покровительством короля и получает королевскую хартию. Отсюда ведет начало знаменитое английское «Королевское общество». В 1665 году начнут выходить его «Научные сообщения», («Philosophical transactions»), на страницах которых авторы, члены Общества, будут печатать сообщения о своих замечательнейших открытиях в области естественных и точных наук.

Состав общества довольно пестрый, в него входит кое-кто из вельмож, которых нужно было привлечь, чтобы укрепить положение Общества. Некоторые из них действительно занимались наукой, а другие, может быть, делали только вид, что занимаются ею. Естественные науки теперь в моде, у самого короля имеется химическая лаборатория; считается признаком хорошего тона разговаривать в салонах о воздушном насосе, о телескопе, о луне, о чудесах, открываемых микроскопом. Это увлечение принимало иногда карикатурные формы, но оно имело под собой очень реальный экономический фундамент.

Наблюдение и опыт громко провозглашались основой научного исследования; гораздо меньше говорилось о другой, очень характерной черте научной работы, о тех практических

задачах, разрешение которых служило стимулом для нее.

Вопросы, связанные с техникой мореплавания, столь нужной для расцветающей английской торговли, — проблемы механики, астрономии, оптики занимали очень видное место в научных работах. Много внимания уделялось также вопросам гидравлики, гидростатики, наконец, химии, — наук, связанных с промышленной техникой, в частности, с техникой горного дела и металлургии, т. е. тех отраслей промышленности, в которых рано стали выкристаллизовываться капиталистические предприятия.

Грубо практически ставит задачу один из основателей Общества лорд Броункер, исследующий сопротивление воды движению тел различной формы. Он имел специально выстроенный для этого бассейн, в котором пускал модели судов. Но ведь из тех же корней вырастет и научная система кэмбриджского профессора механики и математики, также члена Королевского общества, а потом и долголетнего его председателя Исаака Ньютона, объединившего в стройную систему всю совокупность математических и механических знаний эпохи в своих замечательных трудах.

Но так разнообразны запросы эпохи, так захватывающе интересны все вновь и вновь открывающиеся факты, что часто невозможно ученому остановиться в какой-нибудь одной области и глубже взрыть слегка только разрыхленную почву. И люди жадна бросаются из стороны в сторону, роняя блестящие мысли, не останавливаясь на глубокой разработке их, и пример тому — один из первых секретарей Общества, даровитый геометр и механик Роберт Гук.

На целый ряд открытий и изобретений в области прикладной оптики набрел Гук; часто уходил он в другие области знаний, высказывая не одну блестящую мысль, вроде, например, его взгляда на теплоту как на своего рода быстрое движение частей тела; он оставил нам свой знаменитый закон сопротивления тел усилиям, получивший такое большое прикладное значение, но не разработал глубоко ни одного из затронутых им вопросов.

А что сказать о Роберте Бойле — ирландском графе — химике, физике, физиологе и одном из основателей Общества…

Еще в ранней юности, во время путешествия по Европе он знакомится с сочинениями «великого звездочета Галилея» (он жил как-раз во Флоренции в год смерти итальянского ученого).

По возвращении в Англию Роберт Бойль в течение 10 лет увлекается химией, но стоит ему прочитать трактат иезуита Шотта, где впервые рассказано об удивительных опытах магдебургского ученого Отто фон Герике с атмосферным давлением, как интересы его получают новое направление: он

совершенствует воздушный насос и в течение нескольких лет производит ряд замечательных опытов над упругостью, сжимаемостью и весом воздуха. В 1660 году выходят его «Новые физико-химические опыты относительно упругости воздуха и ее следствий, произведенные большей частью в новой пневматической машине», во втором издании которых, в приложении, изложен впервые его знаменитый закон о зависимости объема газов от давления. Одновременно с этим выходит его «Химик-скептик», книга, разрушающая схоластические представления о веществе, а затем в течение почти тридцати лет труды Общества наводняются его сообщениями по самым разнообразным вопросам: туг и атомистическая теория вещества, и новое учение о теплоте, как о быстром движении молекул, тут и законы равновесия жидкости и охлаждающие смеси, тут и исследования удельных весов и замечания об электричестве, магнитизме, и первый герметический термометр… Бойль многословен и не всегда глубок, но все же удивительно, как он мог, крайне болезненный и слабый, близорукий, с ужасной памятью, накопить такое огромное количество фактов, проделать эту огромную работу, горя страстным желанием «учиться только у природы», борьбой со схоластикой и веря в плодотворность опыта. Под старость он сильно сдал; он уже не может регулярно ездить ча заседания Общества, но продолжает внимательно следить за наукой. Все новинки ученой литературы ему присылают на дом, в особняк его сестры лэди Рэнлэй на улице Пэлл-Мэлл, где он живет безвыездно уже больше двадцати лет…

В одну из таких присылок — дело было в 1690 году — пришли несколько книг из Германии, в том числе только-что вышедший выпуск 1690 года издающихся в Лейпциге «Трудов ученых» («Acta eruditorum)».

С любопытством, низко нагнувшись над книгой, перелистывает Бойль страницы небольшого тома in quarto.

А… вот знакомое имя… «Новый способ получить малой ценой большую движущую силу», — читает Бойль заглавие небольшого мемуара. Дионисиус Папинус — имя автора. Очень знакомое имя не только Бойлю, но и всем членам Королевского общества. Все хорошо знают этого худощавого, нервного и очень талантливого француза, Дэни Папэна.

Хотя память у Бойля чрезвычайно слаба, но он все же может вспомнить, как лет пятнадцать тому назад к нему явился молодой француз, отрекомендовавшийся доктором медицины и членом Парижской академии наук. С первых же слов выяснилось, что Папэн интересуется теми же вопросами, которые занимали

недавно и самого Бойля: давлением атмосферы, явлениями пустоты, способами получения безвоздушного пространства. Папэн прекрасно знал труды Торичелли, работы Герике, и сам много занимался усовершенствованием воздушного насоса. Если бы у Бойля память была получше, он вспомнил бы, что Папэн принес ему тогда показать свою только-что вышедшую работу, посвященную голландскому ученому Гюйгенсу, «Новые опыты над пустотой с описанием машин, служащих для производства ее».

Папэн поставил себе задачу найти какой-нибудь способ практически использовать в качестве движущей силы ту огромную силу, которую представляет собой давление атмосферы. Немецкий ученый Лейбниц подсказал ему, что наилучшим прибором для этого мог бы быть насос с поршнем, если бы под поршнем можно было получить безвоздушное пространство. Над этой то задачей и бился Папэн, поднимая поршень до верхнего края закрытого снизу цилиндра, закрепляя его там, выкачивая из под поршня воздух при помощи насоса. Затем Папэн освобождал поршень, который с силой вталкивался атмосферным давлением в цилиндр, поднимая груз, подвешенный к веревке, прикрепленной к нему и перекинутой через блок. Но это не было решением задачи, так как выкачивание воздуха требовало много времени и сил, а надо было получить пустоту мгновенно…

Бойль не спросил Папэна, почему он уехал из Парижа, но в разговоре выяснилось, что Папэн — гугенот, и это объяснило многое. Потертый камзол и изможденное лицо показывали, что молодой доктор сильно нуждался. Бойль не раз помогал нуждающимся ученым; он и сейчас предложил Папэну денег, но тот отказался их принять. Подходящих занятий сразу нельзя было найти для Папэна. Чтобы дать ему заработок, Бойль предложил ему для начала перевести один богословский трактат. (Сам Бойль наряду с наукой занимался много и богословием). Через некоторое время Бойль пригласил его к себе в ассистенты. Они вместе работали над опытами с воздушным насосом, но вместе с этим Папэн вел и свои работы.

Француз оказался человеком необычайно талантливым. 22 июня 1679 года он демонстрировал в Королевском обществе свой «развариватель», в котором воду можно было нагреть гораздо сильнее, нежели самый крутой кипяток. В этом «разваривателе» кости можно было превращать в студень. В нем очень быстро приготовлялась пища, а потому и экономилось много топлива. Развариватель представлял собой герметически закрытый чугунный котел с привинченной крышкой, с небольшим отверстием в ней, плотно закрывавшимся входившим в него

стержнем, прижимаемым рычагом, на свободный конец которого был подвешен груз. Папэн знал, что в котле получается очень большое давление парą, и это приспособление — предохранительный клапан — должно было предупреждать взрыв котла. Для Папэна важно было прежде всего использовать высокую температуру воды, о каком-нибудь практическом использовании давления пара он пока еще не думал. Он довольно долго испытывал мытарства со своим разваривателем, но никаких выгод от этого изобретения не получил. Прибор, однако, был очень интересный. Раз как-то члены Королевского общества устроили даже ужин, все кушания для которого были приготовлены в этом папэновом котле. Но это было уже позже, когда Папэн уехал в Венецию, где ему предложили выгодную работу. Он не остался в Лондоне, несмотря на то, что его выбрали даже в члены Королевского общества. Впрочем, он через три года снова вернулся в Англию совсем нищим. Его назначили куратором Общества, с жалованием в 30 фунтов стерлингов в год. Он должен был демонстрировать опыты на заседаниях. Как можно было прожить на эти деньги в Лондоне семейному человеку?! Понятно, что его легко мог переманить к себе в Германию ландграф Гессенский. Ведь у Папэна было большое научное имя, а ландграф увлекался всякими техническими новшествами. Папэн несколько лет пробыл в Германии, к этому времени и относятся его попытки построить первый прибор с применением пара для получения безвоздушного пространства под поршнем. Описание этого прибора дано Папэном в лейпцигских «Трудах ученых» за 1690 год.

Посмотрим, что он пишет в своей статье…

«В машине для нового применения пороха, — начал читать Бойль, — которую я описал в «Трудах» в сентябре 1688 года, первым условием было, чтобы порох, взрываемый на дне цилиндра, заполнял пламенем все пространство так, чтобы воздух был совершенно вытеснен оттуда и в цилиндре образовалась бы совершенная пустота под поршнем. Но там же было указано, что, несмотря на все предосторожности, в цилиндре оставалось еще около одной пятой части всего воздуха, а вследствие этого, вместо того чтобы поднимать триста фунтов, можно было поднять только сто пятьдесят фунтов»…

Да, — вспомнил Бойль, — действительно, Папэн рассказывал, что они вместе с Гюйгенсом еще в Париже пытались получить пустоту под поршнем, взрывая под ним порох.

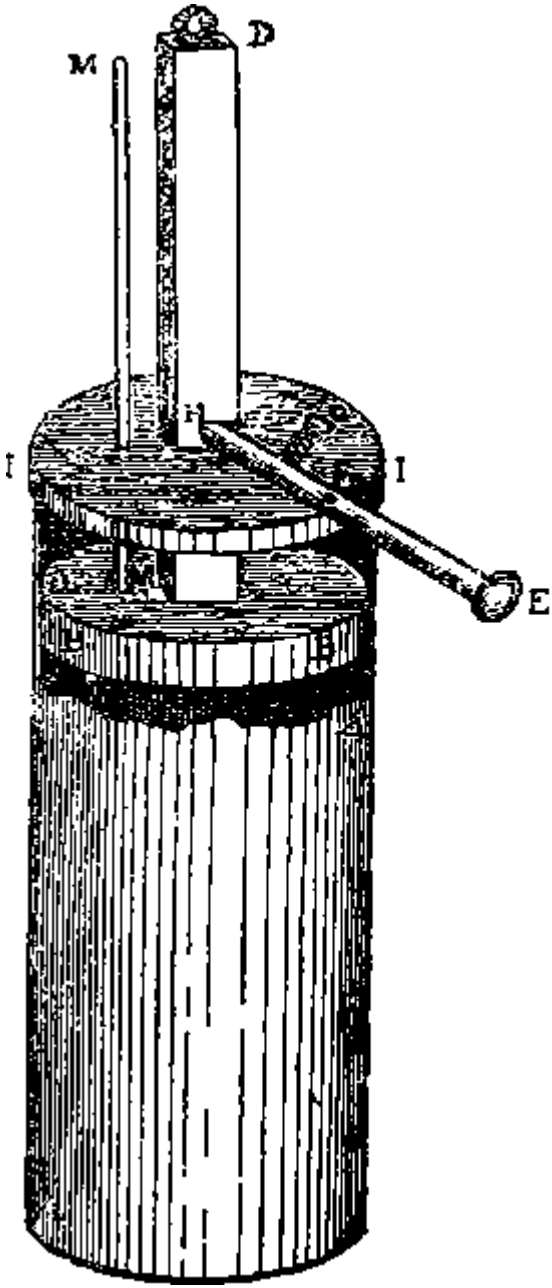
По этому принципу они думали построить машину для подъема воды в резервуары, которые должны были питать фонтаны невиданной до того времени мощности в новой

королевской резиденции в Версале. Этой мыслью заинтересовались во французских придворных кругах. Идея принадлежала Гюйгенсу, но она оказалась неудачной.

Уже при первых опытах с моделью, силой взрыва поршень вырвало совсем из цилиндра, несмотря на задвижку, которая должна была его удерживать у края цилиндра. Папэн потом уже самостоятельно усовершенствовал прибор, сделав в поршне клапан, через который выходил избыток пороховых газов, но, как видно, и с этим усовершенствованием прибор действовал неудовлетворительно.

…«Поэтому, — читал Бойль дальше, — я попытался другим путем достичь той же самой цели: так как вода имеет то свойство, что небольшое ее количество, обращенное в пар силой жара, имеет такую же упругую силу, что и воздух, когда же пар подвергается действию холода, то снова обращается в воду, так что не остается никакого следа этой упругой силы, поэтому я пришел к мысли, что можно построить машину, в которой при помощи не очень сильного жара и с небольшими усилиями можно произвести эту совершенную пустоту, какой не удалось добиться при помощи пороха.

В закрытую с одного конца трубу *AA* наливается небольшое количество воды слоем в 3–4 линии. Когда поршень вставлен, то он опускается донизу, пока через отверстие *L* не выступит вода; тогда это отверстие закрывается стержнем *M,* затем надевается крышка *II* и под трубой *AA* помещается небольшой огонь, от которого труба *AA* быстро нагревается, так как она сделана из тонкого металла, и находящаяся в нем вода, превратившись в пар, оказывает столь сильное давление, что преодолевает давление атмосферы и поднимает поршень *BB,* пока углубление *H* не покажется над *II* и в него с легким стуком не вдвинется пружиной *O* стержень *E.* Тогда огонь отнимается, и скоро пар в тонкостенной трубе снова превращается в воду, а все пространство в трубе остается совершенно лишенным воздуха. Если затем стержень *E* вывести из углубления *II*, дать стержню *DD* опуститься, то поршень *BB* вдавливается вниз силой всего веса атмосферы и производит желаемое движение, сила которого пропорциональна диаметру трубы. Не может быть никаких сомнений, что весь вес атмосферы оказывает свое действие в таких трубах, так как я путем опыта установил, что поршень, поднятый до верха трубы силой жара, вскоре снова опустится до дна, и так несколько раз, так что не может быть никаких подозрений о наличии давления воздуха и снизу.



Цилиндр Папэна.

Моя труба имела диаметр не больше 2½ дюймов и все же поднимала 60 фунтов, а сама труба не весила и 5 унций. Я поэтому вполне уверен, что при весе трубы всего лишь 40 фунтов, если бы только можно было сделать такие трубы, при каждом ходе поршня она будет в состоянии поднимать по 2000 фунтов на высоту 2 футов. Кроме того, я убедился, что достаточно одной

минуты времени, чтобы на умеренном огне поднять поршень до верхнего края.

Отсюда ясно, какие большие движущие силы могут быть получены при помощи такого чрезвычайно простого прибора и притом с очень небольшими расходами. Топку можно сделать из тонкого железа так, чтобы ее легко можно было передвигать от одной трубы к другой, и один и тот же огонь мог бы непрерывно самым действительным образом подготовлять пустоту по очереди в каждой трубе.

Каким образом эта сила может быть применена к подъему воды или руды из шахт, или для стрельбы чугунными ядрами на большое расстояние, или для продвижения судов против ветра и для множества других подобных целей — об этом было бы слишком долго здесь распространяться. Сообразно с каждым данным случаем нужно выбрать устройство машины, наиболее подходящее для данной цели. Здесь я только отмечу, какие преимущества имеет применение этой силы для движения судов по морю вместо силы обыкновенных гребцов.

Во-первых, вес гребцов нагружает корабль и замедляет его ход; во-вторых, они требуют много места и этим представляют большое неудобство для корабля; в-третьих, не всегда возможно найти нужное количество людей; в-четвертых, гребцов нужно все время снабжать пищей, работают ли они на море или отдыхают в гавани, а это очень увеличивает расходы.

Мои же трубы, имея, как уже было замечено, очень небольшой вес, не перегружали бы корабля, они заняли бы мало места, их можно было бы изготовить в достаточном количестве, если только построить и оборудовать специальную мануфактуру для этого. Наконец, топливо тратилось бы только во время их действия, а в гавани они не требовали бы никаких расходов».

Вместо весел Папэн предлагал применить колеса с лопастями, какие он видел в Лондоне на судне, приводимом в движение лошадьми. Это судно обогнало королевскую яхту с шестнадцатью гребцами.

«Такие весла, расположенные кругом на оси, можно было бы легко вращать при помощи моих труб, снабдив стержни поршня зубцами, которые входили бы в зубчатые колеса, укрепленные на оси гребных колес. Нужно было бы только поставить около одной оси три или четыре трубы, и тогда движение ее можно было бы сделать непрерывным, по очереди поднимая эти поршни)».

Для беспрепятственного обратного движения (подъема поршней) Папэн предлагал снабдить шестерни на осях холостым ходом при обратном вращении. «Главная трудность заключается в том, чтобы устроить такой завод, где легко можно было бы

сделать эти большие трубы, — заканчивал Папэн свое сообщение, — но сильным побуждением к этому является та огромная выгода, с которой могут быть применены эти большие трубы для различных очень важных целей».

Устройство и действие машины Бойль понял сразу, но он не обратил большого внимания на последнее замечание Папэна, на его мысль об универсальном применении его двигателя и на его ясное понимание важности значения производственной техники для осуществления его замыслов. Но фразы о дармоедах-гребцах Бойль перечитал еще раз. «Вот это может понравиться нашим директорам из Ост-Индской компании», — подумал он (он сам был одним из ее директоров).

Паровая машина была еще в зародыше, но уже сейчас предопределялась та общественная роль, которую она должна была играть и интересам какого общественного класса она должна была служить.

Идея применения силы атмосферного давления и давления пара в качестве двигательной силы носилась в воздухе.

Француз Папэн, работавший в Германии, в своих попытках не был одинок. Бойлю, например, стоило бы только протянуть руку, чтобы достать с полки странную по содержанию, вышедшую в 1663 году книгу своего соотечественника маркиза Уорчестера: «Сотня названий и набросков изобретений, мною испробованных и усовершенствованных», в которой автор ее среди массы совершенно фантастических проектов говорит, как об одном из своих изобретений, что «сосуд, наполненный водой, разреженной при помощи огня, поднимает вверх 40 таких же сосудов холодной воды».

Бойль, может быть, не знал о другом англичанине, Сэмюеле Морланде, работавшем во Франции при дворе Людовика XIV на постройке водопроводов, и в своей записке «О подъеме воды при помощи различных машин», поданной королю в 1683 году, высказавшем мысль, что «пар, управляемый законами науки, будет нести свою работу, подобно хорошим лошадям, к великой пользе людей, особенно в деле подъема воды».

Морланд не дал описания своей паровой водоподъемной машины, но составил таблицы мощности ее, довольно верно подсчитавши при этом объем пара, получаемого из данного объема воды.

О применении пара, таким образом, думали и в Германии, и в Англии, и во Франции.

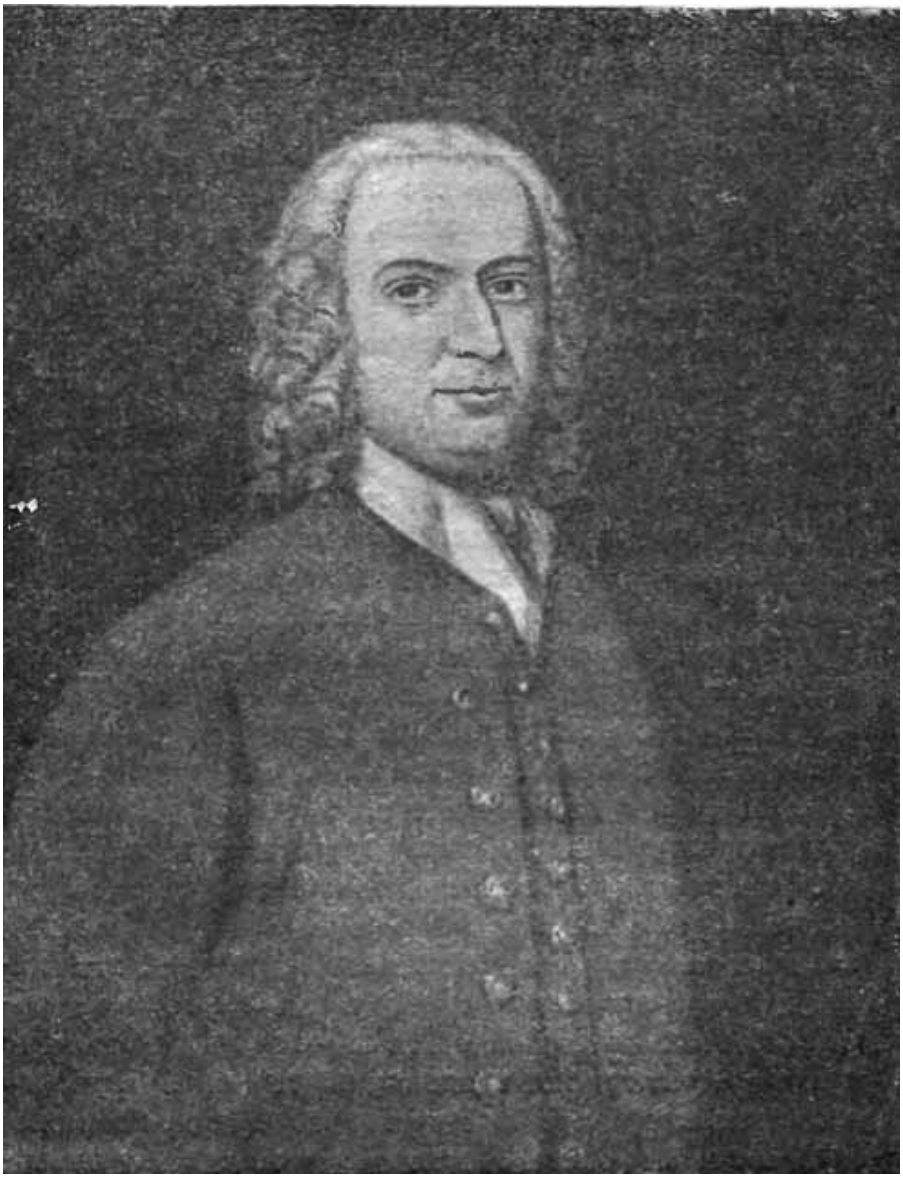
«Паровая машина была первым, действительно, интернациональным открытием» (*Энгельс* «Диалектика природы»).

Из шестерых детей Томаса Уатта в живых осталось только двое: Джон, родившийся в 1687 году, и Джемс, отец изобретателя, родившийся в 1699 году.

«Профессор» математики обучил старшего сына Джона своей специальности и, должно быть, неплохо: когда Джон, посидевши некоторое время клерком в Картсдайкском городском совете, — дело, вероятно, не обошлось без отцовской протекции — переселился в Глазгоу и занялся там геодезией, составлением планов и карт, то приобрел там большую практику.

Джемс Уатт — изобретатель — не помнил своего дяди Джона, умершего, когда ему минуло всего только год. Но дядина работа и репутация пригодились ему в жизни. После Джона осталась, превосходно сделанная им карта реки и залива Клайда, работа очень важная для развивающегося глазгоуского судоходства, фарватер которого был труден для плавания, изобиловал мелями и перекатами. Карта была Изготовлена в 1734 году и пролежала неизданной 25 лет, пока о ней не вспомнил в одну из трудных минут племянник Джона, изобретатель. Сделав кое-какие исправления и добавления к ней, он издал ее в 1759 году, что принесло ему некоторый доход, правда, небольшой (карта была издана в количестве 4500 экз. и продавалась по 2 шиллинга 6 пенсов).

Если говорить о чертах сходства среди членов одной семьи, то по складу своего ума и интересов изобретатель паровой машины Джемс Уатт больше, пожалуй, напоминал не своего отца Джемса, а именно дядю, Джона Уатта, человека, может быть, менее практического, нежели его брат Джемс, но гораздо более образованного, хорошо знающего и любящего свое дело, требующее довольно значительной теоретической подготовки и большой тщательности в работе, человека, не лишенного и известной ученой жилки.



Джемс Уатт — отец изобретателя.

Брат Джона, Джемс Уатт, пошел по иной дороге. Отец и ему сумел передать кое-какие знания по математике и навигации, вернее, сведения об устройстве и применении навигационных инструментов. Юность свою Джемс проработал учеником у корабельного мастера в Краффордсдайке и не только выучился хорошо владеть топором, пилой и рубанком, но достиг и тонкости морского судостроения. Он брался и за столярную работу, знал немного и слесарное ремесло. Научился он также владеть циркулем и линейкой и умел составить чертеж. Одним словом,

Джемс Уатт вышел мастером на все руки, а к тому же ловким, коммерческой складки человеком. Джемс Уатт назван в документах «строителем» (wright). «Строитель», как его понимали в XVII–XVIII веках, — это и мастер-ремесленник, владеющий техникой ручного труда, и конструктор. Это прообраз будущего инженера. У него нет очень строго очерченной специальности. Таким, собственно, и был Джемс. Когда соседнему помещику вздумалось перестроить дом в усадьбе, то он обратился к Джемсу Уатту; когда гринокцы решили выстроить новое здание для городского совета, то и это дело было поручено и с успехом выполнено Джемсом. Ему же поручили спроектировать и построить первый подъемный кран для погрузки и выгрузки судов, воздвигнутый на гринокском молу. И с этим делом справился Джемс. Если нужно было починить хорошую мебель, то несли ее также к Джемсу; к нему же несли на проверку и ремонт компасы и астролябии и всякий другой навигационный инструмент. Годам к тридцати Джемс Уатт перебрался в Гринок, начавший к этому времени расти и забивать своего соседа, и пустился в коммерцию и судостроение. Он купил там себе дом с большим участком, выходящим прямо на побережье, и устроил тут склад и мастерскую. Судостроение, конечно, было очень скромное, и не трехпалубные фрегаты, а всего только простые рыбачьи лодки или, в лучшем случае, какой-нибудь баркас покрупнее строил у себя Уатт. Главным делом был ремонт судов, а затем поставка всякой корабельной снасти: канатов, блоков, якорей, цепей, а также навигационного инструмента. Все, что нужно было для снаряжения корабля, можно было купить, заказать или отремонтировать у Уатта.

Дело было довольно прибыльным, и, если Джемс и не мог считать себя богачом, то все же известной зажиточности и обеспеченности он достиг; среди сограждан он пользовался уважением, заседал членом городского совета, был городским казначеем, а одно время даже занимал должность бэйлифа. Так, вероятно, и прожил бы в достатке Джемс Уатт всю свою жизнь, если, бы не пустился в рискованные заморские предприятия, если бы не стал на свой страх и риск, один или на паях с с другими, снаряжать в Америку корабли с товарами.

Джемса Уатта захватил тот расцвет заморской торговли города Глазгоу и всего района Клайд, который наблюдается в середине XVIII века. Торговля с Америкой, действительно, принесла богатство городу и очень оживила все побережье, но нередко для отдельных предпринимателей дело кончалось разорением, особенно для тех мелких арматоров, каким был Джемс Уатт. Не совсем ясно, на чем потерпел Джемс крушение;

может быть, он просто ошибся в выгодности предприятия — биографы говорят о довольно длительном плохом состоянии его дел — но несомненно, что тяжелым и непоправимым ударом для Джемса явилась гибель у берегов Америки корабля с ценным грузом, в который Джемс Уатт вложил большую часть своих денег. Но это произошло уже значительно позже, в пятидесятых годах.

Джемс Уатт женился в 1729 году и взял себе в жены дворянку. Мать изобретателя, Агнесса Мюирхэд, вела свою родословную с незапамятных времен. Она вышла из старинного шотландского рода. Мюирхэды были «вольными людьми» еще во времена первых шотландских королей, были воинственны и верны короне и за свои подвиги попали даже в шотландские баллады, записанные Вальтером Скоттом. Но в чертах широкого, спокойного, несколько полного лица Агнессы трудно было прочитать цветистую и подчас бурную историю ее рода и сказать, что в жилах ее течет кровь воинственных горцев.

Агнесса Уатт (урожденная Мюирхэд) — мать изобретателя.

Слащаво сентиментальные «воспоминания» об Агнессе Мюирхэд и характеристики ее биографами Уатта, именно как матери великого человека и в силу этого обязательно одаренной всякими добродетелями, вызывают невольные подозрения в том, что они вуалируют действительные черты ее духовного облика, но все же, когда друзья вспоминали об Агнессе, как о «хорошей, очень хорошей женщине, каких теперь не найти», и восхваляли ее домовитость, здравый ум и прекрасный характер, то в этих дружеских похвалах вероятно, имелась большая доля истины. Добродетелями жены и матери Агнесса, несомненно, обладала.

Возилась с детьми, создавала домашний уют и простоватому домашнему обиходу гринокского «строителя» сумела придать несколько барский оттенок.

Агнесса могла внести в семью известную культурную струю. Мюирхэды в прошлом были не только хорошими рубаками, но дали Шотландии ученых богословов и государственных деятелей — дипломатов. Мюирхэды были связаны с глазгоуским университетом. Джорж Мюирхэд, брат Агнессы, был там профессором восточных, а потом классических языков Благодаря ему, как мы увидим дальше, юному Джемсу Уатту удалось проникнуть в университетские круги Глазгоу.

Таковы были предки и родители изобретателя.

О детстве и ранней юности Джемса Уатта сохранилось немного данных. Сам Джемс Уатт не оставил нам ни одной строки воспоминаний. Не разысканы и, наверное, не сохранились его школьные тетради и записи, нет его детских писем и писем близких ему людей, говорящих о нем.

Да и кто мог особенно заинтересоваться детством и юностью Джемса до тех пор, пока, много лет спустя, не стало все больше и больше выступать значение его великого изобретения, а вместе с этим не пришла и слава, и громкое имя. Тогда, чтобы заполнить пробелы, всплыли семейные предания и воспоминания друзей детства, где действительные факты переплелись с сентиментальным анекдотом, подхваченным и разработанным затем первыми биографами Уатта.

Гениального изобретателя стали изображать и гениальным, необыкновенным ребенком. Если верить этим рассказам, то уже шести лет мальчик занимался для развлечения решением геометрических задач, вызывая изумление посетителей уаттовского дома и вполне законную гордость родителей; четырнадцати лет он уже глубокомысленно задумывался над свойствами пара и его конденсацией, то закрывая, то открывая крышку кипящего чайника и держа над струей пара серебряную ложку, на которой осаждались капли воды. Вот прелюдия великого изобретения! — восклицает по этому поводу один из биографов.

А как богата фантазия Джеми, как он хорошо умеет рассказывать и сочинять! Когда его привезли как-то в Глазгоу погостить к родным, то он целыми вечерами занимал всех рассказами собственного сочинения, то страшными, то забавными, и так всех разволновал, что потом тетка целые ночи напролет страдала бессонницей.

Таким представлялся мальчик Джеми в воспоминаниях его двоюродной сестры и подруги детства Марион Кэмбэл,

урожденной Мюирхэд. Эти воспоминания — единственный письменный источник; об этом периоде его жизни Марион многое могла порассказать, беда только в том, что она диктовала свои воспоминания полстолетие спустя после описываемых событий, в 1793 году, когда слава засияла над ее знаменитым кузеном, а память на восьмом десятке жизни немного стала изменять Марион. Но биографы Уатта слепо пошли по следам Марион Кэмбэл, и глубокомысленные размышления над кипящим чайником вошли в железный инвентарь фактов его жизнеописания, и факты стали освещаться отраженным светом последующих событий.

Уатты до рождения Джеми уже потеряли троих детей. По одной их семье видно, как ужасающа была, даже в сравнительно обеспеченных слоях, детская смертность: у Уаттов в течение трех поколений две трети детей умерло в младенческом возрасте.

Джеми оказался ребенком слабым и болезненным. Сильнейшие мигрени начались с самого раннего детства и мучили его всю жизнь. Вполне естественно, что родители очень бережно относились к нему, няньчились и баловали его. Мать долго держала его при себе; она сама выучила его читать, а письму и четырем действиям арифметики обучил отец. Хилый Джеми не любил подвижных шумных игр, да, вероятно, и сверстники неохотно принимали слабого партнера. В раннем детстве Джеми любил рисовать — этому его тоже обучила мать.

Если порядки в гринокской начальной школе были такими же, как установленные школьным регламентом для шотландских школ еще в середине XVII века, то у чадолюбивой Агнессы имелись все основания возможно дольше не отдавать своего Джеми в школу, дабы не переутомить его. Зимой, с октября по февраль, дети должны были быть — в школе с восхода до заката солнца, а в остальное время года — с семи часов утра до шести часов вечера, а кто изучал латынь, тот должен был приходить раньше. Было два перерыва по часу на завтрак и обед, да еще самым маленьким ученикам зимой давался отдых три раза в неделю по часу, а в остальное время года по два часа. Одним словом, дети оставались в школе целый день.

Исследователи истории народного образования в Шотландии отмечают и распространенность школ в стране, и высокий уровень народного образования. Вдохновители и основатели шотландского пуританства очень хорошо понимали, каким мощным орудием воздействия на массы является школа.

Тот широкий план народного образования, который нарисовал основатель шотландского пуританства Нокс, план

повсеместного открытия и содержания школ за счет конфискованных у католической церкви земель, не был целиком приведен в исполнение. Однако, предписание Нокса, что «ни один родитель, какого бы состояния или сословия он ни был, не распоряжался бы своими детьми по собственной своей воле, особенно в их юные годы, но все должны быть принуждаемы к воспитанию своих детей в учении и добродетели», было в значительной мере проведено в жизнь. Приходскую школу можно было найти в самых глухих уголках Шотландии, а там, где ее не было, существовала какая-нибудь частная школа, а где и этого не было, там родители совместно нанимали учителя. Школьные учителя были люди с университетским образованием. Правда, в середине XVIII века указывали, что народное образование падает, потому что падает уровень учителей, ибо трудно найти образованного человека на нищенское жалованье в 16 фунтов стерлингов в год: сумма эта была гораздо ниже среднего заработка поденщика-. Но все же и тогда большинство учителей могло еще научить и латинскому языку, и греческому, и арифметике, и теоретической и прикладной математике, а кое-кто знал и новые языки и обладал сведениями по физике и химии.

Между высшей и низшей школой не было непреодолимой грани, и из приходской школы тринадцати-четырнадцатилетние мальчики часто шли прямо в университет. Правда, это несколько снижало уровень первого университетского курса, но все же профессора, вроде Адама Смита, преподавали свой предмет вполне научно.

Наряду с приходскими школами были и частные. Церковь косилась на них, но они пользовались популярностью среди населения и едва ли уровень их был ниже приходских: обучали грамоте, математике, немного естествознанию и географии. В такую частную школу, «коммерческую школу» некоего мистера Мак-Адама, и отдали Джеми Уатта.

Школу Джеми посещал очень неаккуратно — часто хворал, но необходимый и обязательный «куррикулум» все же прошел. Его отдали потом в «грамматическую» школу. Грамматическая школа считалась средней школой и выше приходской. Но, пожалуй, программа ее была более односторонней. В центре учения стояла «грамматика», т. е. изучение классических языков: латинского, а потом греческого. Латынь изучали в течение пяти лет, читали прозаиков и поэтов и даже писали стихи на латинском языке. Но помимо латыни в программу были введены и такие предметы, как математика, география, история.

Учеба далась нелегко Джемсу. Память плохо брала твердыни

грамматики классических языков, и мистер Арроль — старший учитель и руководитель школы — никак не мог внушить Джеми любовь к ним. Но на латынь все же напирали так сильно, что она на всю жизнь крепко застревала в мозгу даже у человека, так не любившего ее, как Уатт. И у него впоследствии нет-нет да и мелькнет в переписке латинское выражение.

Гораздо лучше пошло дело у Джеми, когда он перешел в старшие классы, где в числе предметов преподавали математику. Мистер Марр, «математик» в Гриноке, не мог нахвалиться Джемсом, который оказался по математике лучшим учеником в классе.

С педагогами у Джеми недоразумений не возникало, и на какие-нибудь притеснения с их стороны или экзекуции он пожаловаться не мог, но зато от товарищей ему пришлось натерпеться много горя.

Тихоню, избалованного маменькиного сынка, вялого и слабосильного Джеми, к тому же не очень сообразительного, застенчивого и потому часто не бойко отвечающего на уроках, дразнил и задевал всякий, кому только было не лень. Престиж его среди товарищей несколько поднялся только в старших классах благодаря той же математике.

В общем, школа кое-что дала Уатту, но гораздо больше приобрел он вне ее стен.

Он много читал. Пуританское богословие и пуританский роман, вроде «Странствований паломника» Буниана, занимали видное место на книжной полке отца Джеми, и тут же можно было найти и книги по естественным наукам. Они-то вместе с шотландскими балладами и привлекли Джеми. К пятнадцати годам он успел уже дважды внимательно прочитать увесистые тома «Элементов естественной философии» Гравезанда, по тому времени один из лучших общих трактатов по физике.

Дома были приобретены и первые технические навыки, так как тут же рядом на дворе находилась мастерская, заваленная всякой корабельной снастью, подвергавшейся ремонту, всякими навигационными приборами и инструментами.

В раннем детстве Джеми подарили несколько столярных инструментов, а затем в мастерской для него был поставлен маленький верстак и тиски. Уатт уже в старости вспоминал, с каким удовольствием и пользой для себя работал он тогда в мастерской. Вряд ли кто-нибудь систематически учил его мастерству. Сначала он делал только маленькие модели и игрушки для себя, но потом, повидимому, так усовершенствовался в слесарном ремесле, что ему разрешалось иногда приложить свою руку и к починке настоящего прибора. К

ручному труду, слесарному и столярному делу, у него были несомненные способности. «У Джеми золотые руки», говорили про него; он работал тщательно и терпеливо. Тонкая и точная работа была его призванием, по крайней мере так считал он сам, так думал и отец, когда пришло время выбирать профессию для юноши. Тем более этот вопрос назрел; Джеми было уже семнадцать лет, и ни к чему специально он еще не начал подготавливаться.

Если его пустить по отцовской дороге… Но не очень то, повидимому, рассчитывал Уатт-отец на коммерческие способности сына: слишком уж он был вял и нерешителен, да и собственные дела старого Уатта к тому времени сильно пошатнулись; казалось рискованным поручить Джеми торговлю корабельной снастью и колониальными товарами. К тому же и у него самого душа к этому делу совершенно не лежала. Джемс хочет быть мастером точной механики, он хочет научиться делать математические инструменты. Выбор с практической точки зрения был вовсе не плох: хороших мастеров этого дела не было во всей округе.

Но все же выбрать профессию мастера математических инструментов — это было довольно таки заурядно и непритязательно. Звезд с неба Джеми хватать не собирался, и тщеславия у него было мало, не очень широк был и его горизонт; у него не было горячего воображения и большой инициативы. В конце-концов профессия была подсказана всей обстановкой; он хотел взять то, что лежало тут же подле, без всяких поисков, усилий, не стремясь выйти за пределы отцовской работы, всего того, что он видел дома.

Может быть, не следует преувеличивать природную пытливость ума, любознательность, многосторонность интересов, которые навязывают юноше Уатту его биографы. По их словам, он интересуется всем: и ботаникой, и геологией, и астрономией, и анатомией (раз даже, говорят, притащил домой голову ребенка, умершего от какой-то странной болезни, чтобы ее проанатомировать). Но ведь все эти увлечения и занятия не захватывают его настолько глубоко, чтобы исследование, проникновение в тайны природы он поставил себе жизненной задачей. Едва ли семнадцатилетний Уатт мог сказать про себя, что наука — его призвание. Вопрос о научной карьере даже не подымался, и нет и речи о поступлении Джеми в университет, а между тем университетский мир не был чужд Уаттам и сам Джеми не раз гостил подолгу в Глазгоу у своего дяди — университетского профессора. Правда, Уатт впоследствии говорил, что не избрал себе медицинской карьеры потому, что не

мог выносить крови и чужих страданий. Но ведь можно было заняться и многим другим помимо медицины.

Может быть, тогда, в юные годы, занятие наукой представлялось ему недостижимой роскошью: надо было искать заработка, становиться возможно скорее на ноги. Около этого же времени, когда Джеми было семнадцать лет, он потерял мать. Он видел от нее много ласки, тепла и заботы, горячо ее любил и был привязан к ней. С ее смертью легче было покинуть родительский дом.

Расставаться с отцом было легче, хотя Джеми любил отца и на всю жизнь сохранил с ним самые теплые, близкие отношения; в серьезные минуты всегда спрашивал его советов, делился своими горями и радостями. Отец, по мере сил, помогал Джеми на первых порах его самостоятельной жизни; правда, помощь эта была очень невелика: дела Уатта были в полном расстройстве, но старый Джемс Уатт все же дожил до первых больших успехов сына: он умер в 1782 году.

Итак, было решено, что Джемс начнет изучать ремесло мастера математических инструментов и поедет для этого в Глазгоу.

Сборы были недолги и невелики. Сохранился составленный им список взятых вещей. В свою дорожную сумку Джеми уложил несколько столярных и слесарных инструментов, сделанный им квадрант, несколько пар шелковых чулок, несколько сорочек со складками, парадный бархатный жилет, простой рабочий жилет, кожаный фартук.

В Глазгоу он остановился у своих родственников Мюирхэдов и прожил у них почти целый год — с июня 1754 года по июнь 1755 года.

Парадный бархатный жилет ему пришлось одевать довольно часто, у Мюирхэдов нередко собирались университетские профессора. Многие из них знали Джеми еще мальчиком; любознательный и скромный юноша пришелся по вкусу респектабельной профессорской среде. Кое с кем из молодых профессоров у Джеми завязалась настоящая дружба. Он окончательно завоевал симпатии молодого доцента естественных наук Дика, после того как очень удачно помог ему починить и собрать несколько физических приборов для кабинета естественных наук. Дику, вероятно, бросились в глаза незаурядные способности юноши, и он заинтересовался его дальнейшим развитием. А на это давно уже пора было обратить внимание. В Глазгоу не у кого было учиться тому, ради чего сюда приехал Джемс, — ремеслу точного механика. Единственный в городе «оптик», к которому Уатт поступил в учение, об этом деле

не имел никакого представления: он мог починить очки, флейту, какой-нибудь другой музыкальный инструмент, но не больше. Конечно, никакого толка из учения у такого оптика не могло получиться.

Дик обратил на это внимание и посоветовал Уатту ехать в Лондон. Он дал ему рекомендательное письмо к своему земляку, некоему Шорту, превосходному оптику и механику. Но ехать за границу — Англия тогда считалась у шотландцев «заграницей» — было слишком серьезным делом. Джеми поехал посоветоваться с отцом. Тот не возражал, «дал сыну Джемсу 2 фунта стерлингов на дорогу», — как записал он в своей приходо-расходной книжке. И немного спустя, в одно прекрасное июньское утро, Джеми вместе со своим двоюродным братом, молодым моряком Марром, выехали из Глазгоу по ньюкэстльской дороге. Они ехали верхом, так как почтовая карета между Глазгоу и Лондоном тогда еще не ходила. Они ехали 12 дней с двумя дневками по воскресеньям, согласно обычаю, чтобы пойти к обедне и дать отдых лошадям, и 19 июня приехали в столицу Англии.

Найти сразу мастера, который взялся бы учить Джемса, было нелегко, несмотря на рекомендательное письмо Дика. Хороших мастеров на весь Лондон было не больше пяти-шести человек, да к тому же были и формальные препятствия — цеховые статуты Лондона запрещали брать в ученики иногородних и требовали семилетнего ученичества. Но в конце-концов при помощи Шорта все же удалось устроиться и притом очень удачно.

Уатт в письмах к отцу не мог нахвалиться своим хозяином и руководителем Джоном Морганом, мастером математических инструментов на Финчлене в Корнхилле. У него и прекрасный характер, и научить он может многому. По условию Уатт должен был заплатить за год учебы 20 фунтов стерлингов.

По нескольку раз в месяц получает старый Уатт письма от сына, в которых тот рапортует о своих победах на техническом фронте. Джеми подвигался быстро вперед, вероятно, потому, что уж давно занимался слесарным ремеслом, и сейчас ему нужно было постичь лишь отдельные тонкости и детали.

«Сегодня я сделал линейку из латуни восемнадцати дюймов длиной и латунный масштаб», — писал он 5 августа, а через две недели сообщал, что «сделал гадлеевский квадрант лучше, чем другой ученик, который учился уже два года». В декабре он уже высказывал надежду, что месяца через четыре он настолько постигнет искусство механика, что сможет начать самостоятельно работать. И действительно, в апреле он писал, что может работать «так же хорошо, как любой подмастерье, но только не так быстро, как они».

Но у этих успехов была и оборотная сторона медали. Уатт жил у Моргана, но столоваться должен был за свой счет. Он был страшно экономен, чтобы не обременять отца просьбами о деньгах, хотя тот изредка и присылал ему небольшие суммы; много денег он давать не мог, так как у него самого дела шли очень плохо. Джеми тратил всего 8 шиллингов в неделю, дешевле уже никак нельзя было устроиться. Он старался прирабатывать на стороне, и рабочий день его кончался поздно вечером. Он недоедал и очень уставал, к тому же он простудился в мастерской, и мучительный кашель и ревматизм не давали ему покоя.

Едва ли он многое увидал в Лондоне. Он боялся бродить по улицам, чтобы не попасться вербовщикам солдат в армию и флот или, что было бы еще хуже, агентам колониальных компаний, хватавшим молодежь для отправки в качестве рабочих на плантации. Если бы Джеми попался в руки этим «охотникам на людей», то он оказался бы совершенно без защиты, так как городские власти охраняли только лондонских горожан, а самое пребывание Уатта и его ученичество в Лондоне было не совсем законным.

Чем ближе подходил срок окончания ученичества, тем с большим нетерпением ожидал его Джеми. Наконец, желанный день настал; Уатт перед отъездом накупил на 20 фунтов стерлингов — на все свои сбережения — разных инструментов и материалов, купил подробное руководство — трактат французского механика Биона об изготовлении и употреблении математических инструментов, и в конце августа приехал к отцу в Гринок, больной и усталый, но счастливый тем, что постиг все тонкости этого интересного ремесла и мог теперь начать самостоятельную работу.

Глазгоуский университет и его механик

В январе 1756 года в глазгоуский университет пришла официальная бумага, очень, вероятно обрадовавшая профессора естественных наук, Роберта Дика. Бумага пришла из Вест-Индии, и в ней сообщалось о смерти некоего Мак-Фэрлена, уроженца города Глазгоу, богатого купца и сахарного плантатора на Ямайке.

Чудак был этот Мак-Фэрлен. Мало ему было разъезжать по своим плантациям и сахарным заводам и выколачивать из своих многочисленных чернокожих рабов хорошие доходы. Это не вполне удовлетворяло Мак-Фэрлена. Он любил по ночам смотрен на звезды, так ярко блиставшие на черном тропическом небе, и заниматься наблюдениями течения небесных светил и астрономическими вычислениями, и, надо сказать, что этим делом занимался он не хуже чем своими плантациями: работы Мак-Фэрлена печатались в трудах ученых обществ и одобрялись специалистами. Мак-Фэрлен устроил себе превосходную обсерваторию, все оборудование которой и завещал после своей смерти университету родного город Глазгоу.

Профессор Дик был очень доволен. Наконец то можно будет поставить на должную высоту преподавание астрономии в университете; до сих пор для этой науки не было отдельной кафедры, не было даже особого курса, а уделялось всего несколько лекций в общем курсе естественных наук, который читал Дик.

По его настоянию еще в 1754 году было приобретено несколько астрономических инструментов и поднят вопрос о сборе денег по публичной подписке на постройку обсерватории. Университету в таком городе, как Глазгоу, где с каждым днем развивалась морская торговля, конечно, не следовало отставать от жизни. Это понимали даже «отцы города», которые пожертвовали участок городской земли на «столь полезное для торговли и мореплавания дело», как постройка обсерватории.

Осенью того же 1756 года, как-раз накануне прибытия инструментов с Ямайки, Дик случайно встретил Джемса Уатта, приехавшего в Глазгоу на короткое время и собиравшегося на другой день вернуться в Гринок. Встреча произошла как нельзя более кстати. Дику не стоило никакого труда уговорить Уатта остаться в Глазгоу и помочь ему распаковать и собрать, а в случае каких-либо изъянов и отремонтировать инструменты. Последнее

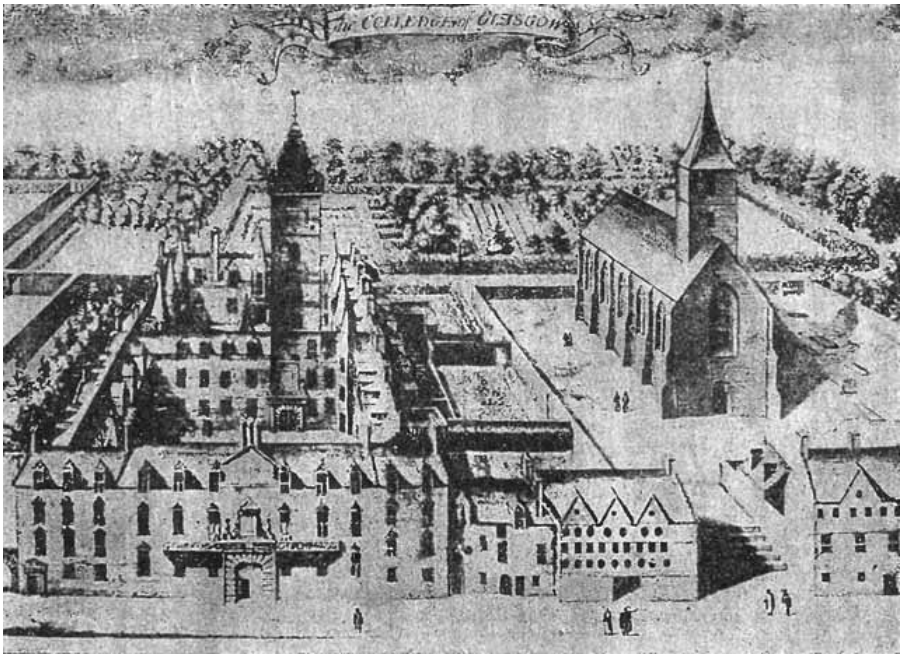
как-раз и оказалось необходимым, ибо «некоторые инструменты, прибывшие с Ямайки, пострадали от морского воздуха, в особенности сделанные из железа». И это, несмотря на то, что капитану корабля, привезшему груз, дали от университета сверх обычной платы за перевозку еще «два фунта стерлингов в благодарность за заботливость о них во время пути».

Уатт встретился профессору Дику очень кстати. Трудно было найти человека, который смог бы привести приборы в порядок, но Уатту можно смело поручить это дело. Он с таким интересом и старанием помог Дику года два тому назад, будучи еще почти мальчиком, собирать и устанавливать приобретенные тогда первые приборы для университетской обсерватории, а после этого он ведь учился у лондонских мастеров и «очень искусен во всем, что касается чистки и хранения математических инструментов», — как рекомендовал его Дик совету университета, который и поручил это дело Уатту, что и было занесено в протокол совета от 26 октября 1756 года.

Десятки тысяч людей ежедневно проходят через двери вокзала Колледж Стэшэн в Глазгоу и спешат к поездам или с поездов мимо стен старого станционного здания. Но, вероятно, только очень немногие из этого людского потока подозревают, как близко они проходят около колыбели того самого великого изобретения, которым они только-что воспользовались или воспользуются, — паровой машиной.

Напрасно было бы искать на современных планах Глазгоу старый университетский колледж на Хай-стрите (Верхней улице). Здание превращено в вокзал, а новый университет широко раскинулся среди парков и зелени западной части города.

Глазгоускому университету, конечно, не под силу тягаться своим возрастом с такими стариками, как Оксфорд и Кэмбридж, прошлое которых восходит чуть ли не к эпохе крестовых походов. Но все же добрых полтысячелетия имеет за своими плечами и глазгоуский университет.



Глазгоуский университет *С гравюры XVII века.*

Долгое время глазгоуский колледж (так назывался первоначально университет), хотя и снабженный всякими грамотами и привилегиями, кочевал по разным церквам, подворьям и даже частным домам, пока, наконец, в тридцатых годах XVII столетия не решено было построить собственное здание. Постройка тянулась много лет: скупились на расходы, хотя деньги шли и от приходов, и от города, и от отдельных лиц, но вскоре после Великой английской революции, в пятидесятых годах XVII века, когда во главе университета стал ловкий и оборотистый человек, некто Джайльспай, дело быстро двинулось вперед. Принципал Джайльспай больше жил в Лондоне в качестве ходатая по университетским делам, за что и получал суточные по фунту стерлингов в день и еще особо 50 фунтов; хлопотал он там за надлежащее вознаграждение и по делам города Глазгоу, и по делам отдельных лиц. Денег у него было много, но и образ жизни вел он такой широкий, что их все же нехватало. Однако, Джайльспай оказался недурным дипломатом, даже сумел снискать благорасположение самого Оливера Кромвеля и в удобную минуту ухитрился выпросить себе у самого диктатора подарок в 200 фунтов стерлингов.

Но хорош ли, плох ли был Джайльспай, однако здание колледжа выстроил он на славу.

Параллельно Хайстрит было возведено три трехэтажных корпуса; промежутки между ними по бокам были застроены так,

что снаружи все здание представляло собой большой прямоугольник, образовывая внутри два двора: один поменьше — наружный, куда с улицы вели монументальные ворота, и второй — большой — внутренний. На среднем корпусе возведена была высокая колокольня, украшенная большими часами — произведением глазгоуского мастера — и флюгером в виде петуха. Во дворах по углам и вдоль внутренних стен архитектор воздвиг выступающие внутрь полукруглые башни и накрыл их высокими острыми коническими крышами. В общем, здание было, пожалуй, несколько мрачно и со своими широкими простенками между небольшими окнами, на наш взгляд, скорее похоже было на тюрьму, казарму или монастырь. Своею замкнутостью оно, может быть, даже не вполне соответствовало довольно либеральному духу и свободному укладу жизни и преподаванию глазгоуского университета, но оно нравилось современникам и вполне удовлетворяло вкусу того времени. Даниэль Дефо любовался им и записал в своем дневнике: «Главным украшением города Глазгоу является его колледж, или университет, великолепное и величественное здание, в котором несколько дворов. Фасад, выходящий к городу, сложен из высеченного камня и превосходной архитектуры. Участок университета был недавно увеличен несколькими акрами земли, купленными на общественный счет, к отгорожен от города очень высокой стеной».

Вот тут-то, во внутреннем дворе, во втором этаже и было дано помещение Уатту, площадью приблизительно 20Х20 футов (6Х6 метров), где он устроил себе мастерскую и поселился сам. Два окна комнаты выходили во внутренний двор, а третье наружу, на прилегающий к университету участок.

Водворившись в университете, он горячо принялся за работу. Целыми днями оттирал он ржавчину, пригонял и проверял детали. Работа пришлась ему по душе. Он сосредоточенно и внимательно работал, несмотря на то, что в мастерской все время толпился народ. И студентам, и профессорам было интересно посмотреть на новые приборы и перекинуться словечком с молодым механиком, несколько робким и застенчивым, но все же дельным юношей.

Лондонская учеба принесла Уатту хорошие плоды — он не ударил в грязь лицом, хорошо справился с заданием, и через месяц с небольшим макфэрленовские инструменты, собранные, отремонтированные, сияя своей отделкой, стояли в кабинете естественных наук, помещавшемся этажем выше над мастерской Уатта.

Совет университета, еще до этого давший брату покойного

жертвователя звание доктора прав и соответствующий диплом в серебряном ларце, теперь, 12 декабря 1756 года, постановил: «Выплатить Джемсу Уатту 5 фунтов стерлингов за ремонт инструментов, прибывших недавно с Ямайки».

Это был, кажется, первый большой заработок Джемса. Но дело было не только в заработке: выполненная работа послужила хорошей рекомендацией Уатту. Молодой механик стал известен в университете. Кое с кем из университетских профессоров и студентов завязалась дружба, с иными она сохранилась на много лет, до самой смерти изобретателя.

Но, несмотря на все это, Уатт в университете не обосновался. В январе 1756 года мы видим его снова в Гриноке, где он, повидимому, пытается открыть свою маленькую мастерскую. По крайней мере в его приходо-расходной книге стоит следующий заголовок под датой 3 января 1757 года: «Инвентарь имущества, денег, долгов и т. д., принадлежащих мне, Джемсу Уатту-сыну, а также, что я должен другим». Весь капитал составлял 21 фунт, 4 шиллинга, 2 пенса.

Но дело это не пошло. Повидимому, работы для молодого искусного механика в Гриноке оказалось мало, и Уатта снова потянуло в Глазгоу.

«2 августа 1757 года: расходы по переезду в Глазгоу — 7 шиллингов, 8 пенсов», — читаем мы в его записной книжке.

На этот раз это было уже окончательное переселение. В Глазгоу Уатт прожил шестнадцать лет. Эти годы — годы упорной работы и роста, иногда лишений и нередких неудач. Это были будни его жизни. Но среди них выдался и большой праздник, когда Уатт сделал свое великое открытие. В Глазгоу он нашел друзей, которые поддержали его как ученого и изобретателя и помогли ему в трудные минуты жизни. Тут он нашел и потерял подругу жизни, хорошего верного товарища, опору в минуты упадка сил и угнетенного состояния, которые так легко овладевали Уаттом.

Глазгоуский период — важнейший период жизни изобретателя.

Итак, в Глазгоу!

С какими планами он ехал туда?

Сорок лет спустя, в 1796–1797 годах, друг Уатта, профессор Блэк, в качестве свидетеля на судебном процессе рассказал, между прочим, и о первых месяцах пребывания Уатта в Глазгоу:

«Я познакомился с господином Джемсом Уаттом в 1757 или в 1758 году, — в то время я был профессором медицины и лектором по химии в глазгоуском университете. Около того же времени мистер Уатт поселился в Глазгоу в качестве мастера

математических инструментов, но подвергся преследованию со стороны некоторых из цехов, которые считали его нарушителем их привилегий».

На основании этого единственного свидетельства под пером либеральных фритредерских биографов создалась легенда о молодом талантливом механике, чуть было не затравленном представителями закоснелого цехового ремесленного строя. Но дело в том, что ни в одном из сохранившихся архивов глазгоуских цехов нет никаких документальных следов об этих преследованиях Уатта за то, что он хотел заниматься ремеслом механика, не пройдя законного ученического стажа и не будучи гражданином города Глазгоу. Не вполне ясно, кто мог особенно и возражать против этого, когда в Глазгоу вообще не было специалистов в данной области. Наконец, может быть, Уатт и не стремился сразу открыть свое предприятие, а просто хотел на первых порах устроиться при университете, где он так успешно работал полгода назад.

«Университет, — говорит дальше Блэк, — оказал ему покровительство, предоставив ему мастерскую в своих владениях и дав ему звание университетского мастера математических инструментов».

Соответствующего постановления в университете не сохранилось, но факт остается фактом: Уатт поселился и устроил свою мастерскую в том же помещении, где он ремонтировал макфэрленовские инструменты.

На этом благодеяния университета не окончились. В соседнем, также принадлежащем университету здании Уатту дали помещение, выходящее прямо на улицу, в котором он открыл лавку для продажи своих изделий.

Университет имел право все это сделать, не считаясь ни с какими решениями цехов, так как представлял собой особую автономную корпорацию.

Должно быть много друзей имел Уатт в университетских кругах. Но, с другой стороны, и университету, имевшему уже и своего типографа, и своего литейщика типографских шрифтов Вильсона, который кстати сказать, не покидая своего ремесла, стал вместе с тем профессором астрономии, теперь, с устройством физических кабинетов и обсерватории, понадобился и искусный механик.

Уатт, таким образом, получил пристанище и возможность без помехи заниматься своим ремеслом. Но он не получил постоянного заработка, и поиски заработка становятся его насущнейшей задачей. Деньги давались с большим трудом, и забота о них преследовала его в течение многих лет, отвлекая от

разрешения и осуществления проблем, которые ставила перед ним его творческая мысль.

Вероятно, когда Джеми перебирался в Глазгоу, будущее ему рисовалось в более розовом свете, чем оно оказалось на самом деле.

Работа, получаемая от университета, оплачивалась сдельно, и ее было, повидимому, не так уж много. Сохранилась только одна запись от 26 июня 1760 года о выплате Уатту 5 фунтов стерлингов за ремонт приборов. Таким образом, надо было искать заказов на стороне, но найти их было нелегко: спрос на математические инструменты был не велик.

Виноват ли был в этом Джемс, можно ли его обвинять в полном отсутствии коммерческих талантов, вялости, нежелании или неумении найти покупателя, разрекламировать свой товар?

Пожалуй, больше виновата была экономика Глазгоу, которая не доросла еще до того, чтобы обеспечить существование такой специальной профессии. Невозможно было держаться в пределах интересной для самого мастера, но слишком узкой специальности, приходилось волей-неволей переходить на другую работу, несколько расширить рамки своей деятельности, браться за разные работы, приспособляться на ходу, а на это уходило так много времени, что самая работа становилась невыгодной, да к тому же она, вероятно, была и не так интересна, как изготовление геодезических приборов. Подводя итоги первого года своего пребывания в Глазгоу, Джеми, в своем письме от 15 сентября 1758 года, жаловался отцу на свои неудачи.

«Так как я уже имею теперь год опыта здесь, — писал он, — то я могу судить, что можно сделать с этим ремеслом, и нахожу, что, не будь гадлеевских инструментов, заработать им можно лишь мало, ибо при всякой другой работе я большую часть ее должен делать сам, а так как невозможно одному человеку быть мастером во всем, то очень часто я затрачиваю на нее больше времени, чем следовало бы. Однако, если бы я нашел хороший сбыт для гадлеевских квадрантов, то дело бы у меня пошло очень хорошо, так как я с одним работником легко могу сделать три штуки в неделю. Продавая их по 28 шиллингов 6 пенсов за штуку, что гораздо дешевле их обычной цены, я имел бы с трех штук 40 шиллингов чистых. Поэтому мне совершенно необходимо съездить в Ливерпуль поискать покупателей, и я надеюсь, что на деньги, которые я там выручу, я смогу съездить весной в Лондон и смогу, несомненно, продавать их больше, чем в состоянии сделать. Относительно всего этого я хотел бы знать ваше мнение. А если это не удастся, то я должен буду заняться каким-нибудь другим делом, так как это дело при настоящем положении вещей

не пойдет».

Уатт, действительно, не остановился перед довольно большими расходами и съездил в августе 1759 года в Лондон, но неизвестно, что из этого вышло.

Гораздо важнее, что ему вскоре в самом Глазго} удалось несколько поправить свои дела, найти компаньона и открыть лавку на одной из главных улиц на Солтмаркетстрит.

Компаньон, некий Джон Крэг, дал деньги и в дальнейшем занимался финансовой стороной предприятия, а Уатт в качестве пая передал свое, нужное для мастерской, оборудование и изготовленные им математические инструменты. Самым дорогим оборудованием, судя по составленному Уаттом инвентарю, был большой токарный станок, оцененный в 3 фунта стерлингов. Весь капитал пайщиков составил 200 фунтов стерлингов, поделенный поровну. Уатт сам работал и вел производство и получал жалование по 35 фунтов стерлингов в год. Это было немного, вдвое меньше среднего заработка рудокопа. На первых порах он, видимо, сильно нуждался и за лето 1760 года перебрал у Крэга в долг по мелочам около 60 фунтов стерлингов.

Инвентарь был составлен 9 октября 1759 года. 20 октября пришли первые покупатели и купили: «футляр из рыбьей кожи за 2 шиллинга 6 пенсов», «ящик для инструментов — за 6 шиллингов» и «пару циркулей — за 4 шиллинга». Но первая пара квадрантов, на которые так рассчитывал Уатт, были проданы лишь два месяца спустя: 1 января 1760 года — по 27 шиллингов за штуку.

Скоро прибавилась и новая статья дохода — ремонт музыкальных инструментов и продажа их. Они нашли даже лучший сбыт, нежели серьезные математические инструменты. Потом в лавке стали продавать «бирмингамские безделушки», т. е. галантерейный товар — пряжки и металлические пуговицы.

Все эти товары были перечислены в объявлении, которое дал Уатт в «Глазгоуской газете» 1 декабря 1763 года, извещая о переезде на другую улицу Тронгэт, «где он будет продавать всякого сорта математические и музыкальные инструменты, а также разнообразные безделушки и др. товары».

Одним словом, Дело пошло хорошо и около этого времени, т. е. лет через пять после открытия лавки, обороты достигали 50 фунтов стерлингов в месяц. Если первоначально в мастерской вместе с Уаттом работал постоянно всего только один подмастерье, а иногда лишь на время нанимали еще трех-четырех рабочих, то в 1764 году, незадолго до ликвидации предприятия (вследствие смерти Крэга), в мастерской было до 16 человек рабочих.

В этом успехе большая доля принадлежала Уатту, создавшему хорошую репутацию предприятию. Сам большой искусник и хороший мастер, он требовал и от других тщательной и точной работы, и его мастерская явилась рассадником редкого тогда искусства точной обработки металла. Не говоря уже о том, что Уатт брал себе учеников (сохранилось, например, свидетельство, выданное им одному из них), уже сама по себе работа в его мастерской была хорошей школой, и некоторые из его бывших рабочих впоследствии составили себе даже имя, как искусные мастера точной механики, да и для самого Уатта это многолетнее изготовление точных физических приборов и геодезических инструментов не прошло бесследно.

Теоретическое исследование работы часов и мельницы создало основы современной науки механики. Но ведь и современное машиностроение в своих истоках имеет те же два источника, а, кроме того, третьим источником является еще военная техника.

В области «ученого» часового мастерства и в технике изготовления точных приборов следует искать один из корней точной обработки металла и современного нам машиностроения. По методам обработки, по тем требованиям, которые предъявлялись к качеству изделия, в этой отрасли таились зародыши и принципы, из которых могло развиться позднейшее машиностроение. Техника часовщика и механика, т. е. мастера физических и геодезических приборов, была прежде всего почти исключительно металлической техникой. В часах и в математическом инструменте металл занимал гораздо большее место, нежели в машине XVIII века, и тут для его обработки впервые было применено механическое приспособление, ибо тут чаще, чем в других областях, ловкость руки и точность глаза рабочего оказывались недостаточны. Вспомним, что одно из самых ранних применений суппорта, т. е. приспособления, перевернувшего все методы металлообработки[1], давшее возможность создать современные методы металлообработки, имело место именно в часовом деле: первый фрезерный станок был зубонарезной машиной часовщика.

Это была тонкая миниатюрная техника, по самому существу своему требовавшая точной работы, — ценность прибора, иногда даже самая годность его, зависела от точности и аккуратности выполнения. И если понятие точности работы вообще существовало в мануфактурной технике, то оно должно было существовать именно в часовом ремесле и га ремесле мастера математических инструментов.

Уатт, таким образом, владел высшими в некоторых отношениях достижениями металлообрабатывающей техники того времени. Природные способности и склонности, избранная специальность и долголетняя работа должны были создать и специфический стиль работы. Аккуратность и точность работы должны были войти в плоть и кровь его.

Возникает вопрос, насколько это могло найти применение в дальнейшей его деятельности, насколько он оказался способным расширить область применения этих методов и принципов работы, применить их в другой отрасли техники, с которой ему пришлось столкнуться, а эта отрасль была как-раз той второй отраслью, из которой возникло современное машиностроение.

Часовщик и строитель мельниц (millwright) XVIII века — родные братья. Но как различна, прямо-таки противоположна их техника. Различны прежде всего масштабы. Ведь центр тяжести работы мельничного конструктора лежал в оперировании, обработке и комбинации больших масс. Мощность механизма и прочность конструкции стояли на первом плане. Различна была и техника выполнения, отчасти обусловленная и самим материалом, с которым большей частью имел дело конструктор. Этот материал не металл, а дерево, и притом в больших массах, требующее и других приемов обработки и позволяющее предъявлять к себе совершенно другие требования, несравненно более низкие, чем к металлу.

Перенесение методов и материалов ремесла часовщика и точного механика на масштабы, которые даны были «мельницей» XVIII века, представляло собой огромный шаг вперед, но этот скачок оказался чрезвычайно трудным. Это был прыжок через почти непреодолимые препятствия. Изобретение Уатта заставило его сделать, но надо прямо сказать, что не Уатту принадлежит заслуга устранения этих лежащих на пути препятствий. Прямо-таки поражает та беспомощность, с которой остановился Уатт перед возникшими техническими трудностями. Как сделать? Этого вопроса сам он не мог разрешить, не мог ничего придумать и, что характерно, даже не приложил к этому больших усилий.

Область производства совершенно чужда ему. В этой области он не стал новатором. Техническая психология, если так можно выразиться, мелкого ремесленника, правда, очень высокой квалификации, навсегда осталась в нем чрезвычайно сильна. Университетская мастерская наложила на всю жизнь Уатта рамки, из которых он никогда не смог вырваться.

Механик глазгоуского университета стал гениальным конструктором, но он никогда не стал замечательным инженером крупных производственных масштабов.

Дала ли что-нибудь Уатту та среда и те люди, с которыми он столкнулся в глазгоуском университете?

Что представлял собой глазгоуский университетский мир?

В середине XVIII века глазгоуский университет переживал один из периодов своего расцвета, и этот расцвет казался еще ярче по сравнению с тем упадком, в котором находились старые научные центры — Оксфорд и Кэмбридж. Ведь именно порядки оксфордского университета, где он пробыл более семи лет, дали Адаму Смиту материал для его пессимистических рассуждений о природной лени человека и о вреде привилегированных корпораций.

«В интересах каждого человека проводить жизнь, насколько он только может, привольнее, и если его вознаграждение совершенно одинаково, выполняет он или не выполняет какие-нибудь свои обязанности, то, конечно, в его интересах, по крайней мере как этот интерес вульгарно понимается, или совершенно пренебрегать этими обязанностями, или же, если он подчинен какому-нибудь начальству, которое не потерпит этого, то выполнять их настолько небрежно и медленно, насколько эта власть ему позволит. Если власть, которой он подчинен, заключается в корпорации, коллегии или университете, членом которой он сам является, и в которой большая часть других членов, так же, как и он сам, являются или должны быть преподавателями, то очень вероятно, что эти лица согласятся быть очень снисходительными друг к другу, и каждый член согласится, чтобы его товарищ пренебрегал своими обязанностями, лишь бы ему самому можно было бы также пренебрегать своими. В оксфордском университете вот уже много лет большая часть профессоров отказалась даже делать вид, что они преподают…

В университетах юноши не обучаются и даже не всегда могут найти надлежащих способов, чтобы быть обученными тем наукам, обучать которым является обязанностью этих корпораций».

В глазгоуском университете тоже не все обстояло вполне благополучно: протекция и кумовство и тут играли некоторую роль как в отношениях между профессорами и студентами, так и в профессорской среде. Ведь дал же один из бывших студентов университета, учившийся там в сороковых годах XVIII века и хорошо знавший его порядки, такой совет своему приятелю, только-что туда поступившему и просившему рекомендации к кому-нибудь из профессоров: «Постарайся установить хорошие отношения с дочкой принципала мисс Молли Кэмбел, она и более дружески отнесется к тебе, чем любой из профессоров, и окажется тебе полезнее, чем все они, вместе взятые».

Были случаи, когда кандидат на профессорскую должность платил довольно большую сумму выходящему в отставку профессору за то, чтобы он предложил его себе в преемники, а деньги на это давались каким-нибудь вельможным покровителем кандидата.

Случалось, что на высшие административные должности попадали люди под давлением со стороны таких влиятельных покровителей. Это вмешательство аристократии в университетскую жизнь иногда чувствовалось довольно сильно. Можно сказать, что это была оборотная сторона медали той высокой репутации, которой пользовался глазгоуский университет. Дело в том, что его профессура нарасхват приглашалась в воспитатели к сыновьям знатных вельмож. Профессор уходил из университета на несколько лет, в течение которых обычно странствовал со своим воспитанником по чужим краям. Юный лорд, путешествующий по Европе в сопровождении своего воспитателя, — часто встречающаяся фигура в европейском обществе в XVIII и начале XIX века.

Университет благодаря этому приобретал сильных и влиятельных покровителей, а иногда даже материальную выгоду, ибо университет получал в свою пользу крупную сумму за то, что отпускал на такой долгий срок профессора. Но эти порядки нарушали правильное течение академической жизни. Бывали и такие случаи, что профессора самовольно бросали чтение лекций в университете и шли в гувернеры к какому-нибудь лорду.

Но все же эти отрицательные явления не мешали тому, что шотландские университеты — Эдинбург и Глазгоу (оба эти университета часто переманивали друг у друга профессоров), были в ту пору крупнейшими научными центрами Великобритании, И слава их шла далеко за пределы британских островов. Имена глазгоуских профессоров: Гэтчисона и его ученика Адама Смита в области философии и политической экономии, Роберта Симеона — математики, Мура — классической философии, Кэллена, а потом Блэка — в области химии, были широко известны. Слава некоторых из них немногим пережила их самих, но некоторые вошли в историю науки как действительно крупные величины.

Надо отметить одну положительную черту глазгоуской профессорской среды — это, если и не полное отсутствие, то очень слабое проявление профессионального ученого чванства, кастовой замкнутости. В большинстве своем глазгоуские ученые были людьми общительными, обходительными, и в их среду находили доступ люди, не украшенные высокими академическими званиями. По крайней мере Уатт не мог

пожаловаться на высокомерное с собой обращение, хотя никаких ученых степеней не только не имел, а был всего-навсего механиком, т. е. высококвалифицированным слесарем.

По субботам в таверне, в пригородной деревне Андерстон (теперь это один из центральных районов Глазгоу), бывало более оживленно, чем в другие дни. Вот уже несколько лет, как в этот день собирается здесь к обеду кружок университетских профессоров. Каждый раз подается традиционное блюдо — куриная похлебка с бобами и изрядное количество эля: столько, сколько нужно, чтобы поддержать оживленную беседу. В одну из суббот 1746 года в количестве десяти-пятнадцати человек собрался этот приятельский кружок. Это — цвет университету, самые интересные люди. Чтобы попасть в кружок, не нужно быть заслуженным профессором и пожилым человеком: в кружке есть и молодежь. Вот, например, этому долговязому молодому человеку всего лет двадцать пять. Это Джон Робисон. Он уже лет шесть тому назад, в 1757 году, кончил глазгоуский университет и просился в ассистенты к профессору естественных наук Дику, но ему за молодостью лет в этом было отказано. Тогда он пошел в моряки и вот недавно вернулся в Глазгоу после четырехлетнего морского плавания, после участия в канадской войне. Он много работал над составлением морских карт. Еще будучи студентом, он усердно занимался математикой, астрономией и механикой.

А вот и его друг — университетский механик Уатт. Дружба у них очень тесная, и тянется она уже много лет с того периода, когда ремонтировались макфэрленовские инструменты и Робисон целыми днями торчал в мастерской Уатта…

Уатт в старости с удовольствием вспоминал об этих непринужденных встречах с выдающимися людьми самых разнообразных специальностей. Они много способствовали его развитию. «Разговор, — говорит Уатт, — шел о литературе, религии, морали, искусстве и т. д. И эти беседы впервые направили мой ум на эти сюжеты, в которых мои собеседники имели передо мной огромное превосходство, так как я никогда не учился в колледже и был всего только простым механиком».

Компания в шутку называет себя «Андерстоновским клубом», или клубом Симеона, в честь старого профессора математики Роберта Симеона, считающегося главой кружка.

Симеон не только крупный ученый, большой знаток античных математиков, первый их издатель и комментатор, переведший геометрию Эвклида на английский язык (этот перевод чуть ли не полтораста лет служил учебником геометрии в английской средней школе), Симеон, кроме того, интересный собеседник и

прекрасный рассказчик. Это ходячая история глазгоуского университета.

Сегодня он предался воспоминаниям и оживленно рассказывает различные эпизоды из своей более чем полувековой университетской карьеры.

В юности он побывал в Лондоне и вращался там среди крупнейших математиков того времени, а затем приехал в Глазгоу, выставил свою кандидатуру и сделался профессором математики. Через некоторое время он с пятью молодыми профессорами вздумал выступить в роли оппозиции против университетского начальства, но из этого ничего не вышло: приехала королевская комиссия и сделала строптивой шестерке строгое внушение за то, что «они нарушают добрый порядок, расстраивают учебное дело и вносят смуту в колледж, отпугивая этим родителей, воздерживающихся посылать своих детей в учение к таким профессорам, которые сами друг с другом не могут жить в мире. От них впредь ожидают более благонравного и мирного поведения и почтения к университетскому начальству».

Много еще других эпизодов рассказал Симеон.

— У нас был хороший обычай в университете — встречать хорошим ужином вновь поступающего коллегу. Кое-какие расходы в таких случаях брал на себя университет. Я всегда считал и считаю, что от дружеской беседы за стаканом вина никакого ущерба ни для здоровья, ни для дела не будет — не надо только этим злоупотреблять, — закончил Симеон свои воспоминания и вдруг запел веселую песню на шотландскую мелодию, но текст к которой был взят из какого то греческого поэта и на греческом языке.

Присутствующие вовсе этому не удивились, а с удовольствием подхватили песню. Почти все они превосходно знали греческий язык, а текст оды и мотив был им тоже хорошо знаком, так как Симеон певал ее уже не раз и вообще часто приносил на заседание «Андерстоновского клуба» плоды своего музыкально-поэтического творчества, заключающиеся в подборе мелодий из современных шотландских и английских песен к греческим одам и элегиям. Симеон считался в этом деле великим специалистом.

Пел и Уатт, но фальшиво, так как не обладал ни малейшими признаками музыкального слуха, так что кто-то даже подшутил над ним:

— Как это он может чинить музыкальные инструменты и, как говорят, даже делает орган для масонской ложи. Интересно было бы послушать этот орган!

Уатт по обыкновению сконфузился и ничего не ответил, но Робисон, сидевший с ним рядом, горячо вступился за своего друга:

— Для того, чтобы сделать хороший орган, — сказал он, — не надо непременно обладать хорошим слухом, а надо знать некоторые отделы физики и научно подойти к работе. Уатт может сделать все, что угодно. Он сначала построил маленький органчик для доктора Блэка. — Не правда ли, доктор? — И во время этой работы он сделал тысячу вещей, которые никогда и не снились никакому органному мастеру. Он придумал приспособление для измерения силы дутья, регуляторы и проч. и только после этого принялся за большой орган, а попутно изучал и теоретическую сторону Дела. Мы вместе с ним занимались этим и проштудировали внимательно трактат Смита о гармонии, и теперь оба очень хорошо усвоили эту теорию и, в часности, теорию биений несовершенных созвучий, благодаря которой, не имея даже слуха, можно вполне точно настроить всю систему. Уатт еще сделал цель ряд интересных наблюдений, которые следовало 6 разработать…

Робисон совсем разгорячился и даже вскочил места.

— Потише, потише, Джон, — старался успокоить расходившегося Робисона молодой профессор Блэк, — вы ведь не Квебек штурмуете вместе с адмиралом Наульсом. Мы все очень хорошо знаем, что вы большие друзья с Джеми Уаттом и что Джеми преталантливый парень, но ради бога сядьте, а то вы при вашем росте еще заденете за балку в потолке, ушибетесь, и нам всем будет вас очень жаль.

Робисон сразу успокоился, он очень любил Блэк. Да, впрочем, Блэка все любили: и студенты, и профессора.

Блэк, Робисон и Уатт с дружеской пирушки во вращались домой втроем.

— А все-таки, — вдруг сказал Робисон, — по моему, что бы там ни говорили, а покойный профессор Дик был гораздо ученее, нежели его преемник, нынешний профессор естественных наук Андерсон.

— Почему вы так высоко цените Дика? — возразил Блэк.

— Ну как же, ведь когда Дик читал нам свой курс естественных наук, то можно было заслушаться. Он вместе с своим отцом, тоже профессором естественных наук, внес в преподавание свежую струю. Оба они много труда приложили к тому, чтобы сделать преподавание возможно более наглядным. Они очень хлопотали о приобретении всевозможных физических приборов и об организации лабораторий и физического кабинета. По их настоянию был приглашен специальный ассистент-

демонстратор и на лекциях нам показывалась масса опытов. Каждый новый отдел или вопрос иллюстрировался производством в аудитории экспериментов.

— Вы совершенно правы, Робисон, — ответил Блэк, — я сам был дружен с Диком и считаю его одним из самых умных и благородных людей, каких я знал. Но вот мне вспоминается мой учитель и мой предшественник по кафедре химии, профессор Кэллен. Он тоже преподавал очень интересно и наглядно, и я ему очень многим обязан. Начать хотя бы с того, что Кэллен первый стал читать курс химии не на латинском, а на английском языке. Слушали его сначала человек двадцать, но скоро аудитория очень разрослась.

Кэллен также очень большое место в преподавании и исследовании отводил эксперименту. При нем была устроена при университете химическая лаборатория, и он много даже своих денег истратил на нее. Факультет выносил ему благодарность за его чтение лекций по химии и постоянное сопровождение их производством чрезвычайно полезных и необходимых химических процессов и опытов.

— Вот про меня, Блэка, говорят, что я недурной экспериментатор, а ведь это я у Кэллена научился его действительно необыкновенному искусству экспериментатора, когда несколько лет работал его ассистентом здесь в университете.

Как вы знаете, я довольно много занимаюсь явлениями теплоты, и в этой области тоже я многим обязан Кэллену. В свою первую часть курса химии он включил и подробное изложение учения о теплоте, которая, как известно, рассматривается, как нечто вроде невесомой, присоединяющейся или отделяющейся от тел жидкости… Кэллен рассказывал об источниках теплоты, передаче ее действия и проделал ряд опытов и расчетов. Между прочим, он первый описал такое любопытное явление, как кипение эфира при уменьшенном давлении и вызываемый при этом холод.

Да, Кэллен, действительно, выдающийся ученый. Как жаль, что он ушел от нас в эдинбургский университет.

А кстати, Уатт, как у вас идет дело с этой моделью ньюкомэновской машины, которую вам дал починить Андерсон?

— Да неважно, я давно бьюсь над ней и ничего пока не выходит, — ответил Джемс и хотел было начать рассказывать о своих неудачах в этой работе, но в это время приятели подошли к колледжу, и так как время было позднее, то пришлось расстаться, а разговор, который грозил затянуться, отложить до другого времени.

На другой день Блэк читал очередную лекцию своего курса химии. Он читал негромким голосом, но так ясно и отчетливо, что его было хорошо слышно в самых отдаленных уголках большой, совершенно переполненной студентами аудитории. Мысли его лились свободно, поразительно стройно и легко укладывались в умах слушателей. Он знакомил аудиторию с открытой им теорией о скрытой теплоте. Эта теория начала складываться у него в уме лет семь тому назад, в 1756 году. Его поразило явление медленного таяния льда и медленного закипания воды. Окончательно его точка зрения на этот вопрос сложилась несколько лет спустя, и с 1761 года он включал в свой курс химии и свое новое учение о скрытой теплоте.

— Как бы долго, — читал Блэк, — и как бы сильно мы ни кипятили какую-нибудь жидкость, — мы не можем нагреть ее больше того, чем она была нагрета в момент начала кипения. Термометр показывает все время одну и ту же температуру, и поэтому эта температура превращения жидкости в пар называется точкой кипения. Чем же это объяснить?

Я представляю себе, что во время кипения теплота всасывается и уходит на образование пара точно также, как она впитывается льдом при таянии его. Видимое действие теплоты в данном случае заключается не в нагревании окружающих тел, но в превращении льда в жидкость, а при кипении эта всасываемая теплота нагревает не окружающие тела, но превращает воду в пар. В обоих случаях мы не можем уловить присутствия теплотворного начала, как причину нагрева: оно спрятано или скрыто, и поэтому я назвал его скрытой теплотой. Я вам сейчас опишу один из моих опытов, который, как мне кажется, вполне подтверждает мое предположение.

В небольшой жестяный сосуд, 4–5 дюймов диаметром, было налито небольшое количество воды температуры пятьдесят градусов[2]. При нагревании я старался поддерживать возможно ровный огонь. Через четыре минуты после начала нагревания вода начала кипеть, а еще через двадцать минут вся вода выкипела. Этот опыт я произвел 4 октября 1762 года.

Я произвел еще целый ряд аналогичных опытов и сделал из них следующие выводы. Сосуд в первом случае получил 162 градуса в 4 минуты, или по 40,5 градуса в минуту. Если мы примем, что теплота проникала с одинаковой быстротой во время всего процесса кипения, то мы должны принять, что 800 градусов теплоты впитано водой и содержится в паре, но так как этот пар не горячее, чем кипящая вода, то теплотворное начало в нем содержится в скрытом состоянии, но его присутствие выражается в том парообразном или в рассеянном состоянии, в которое

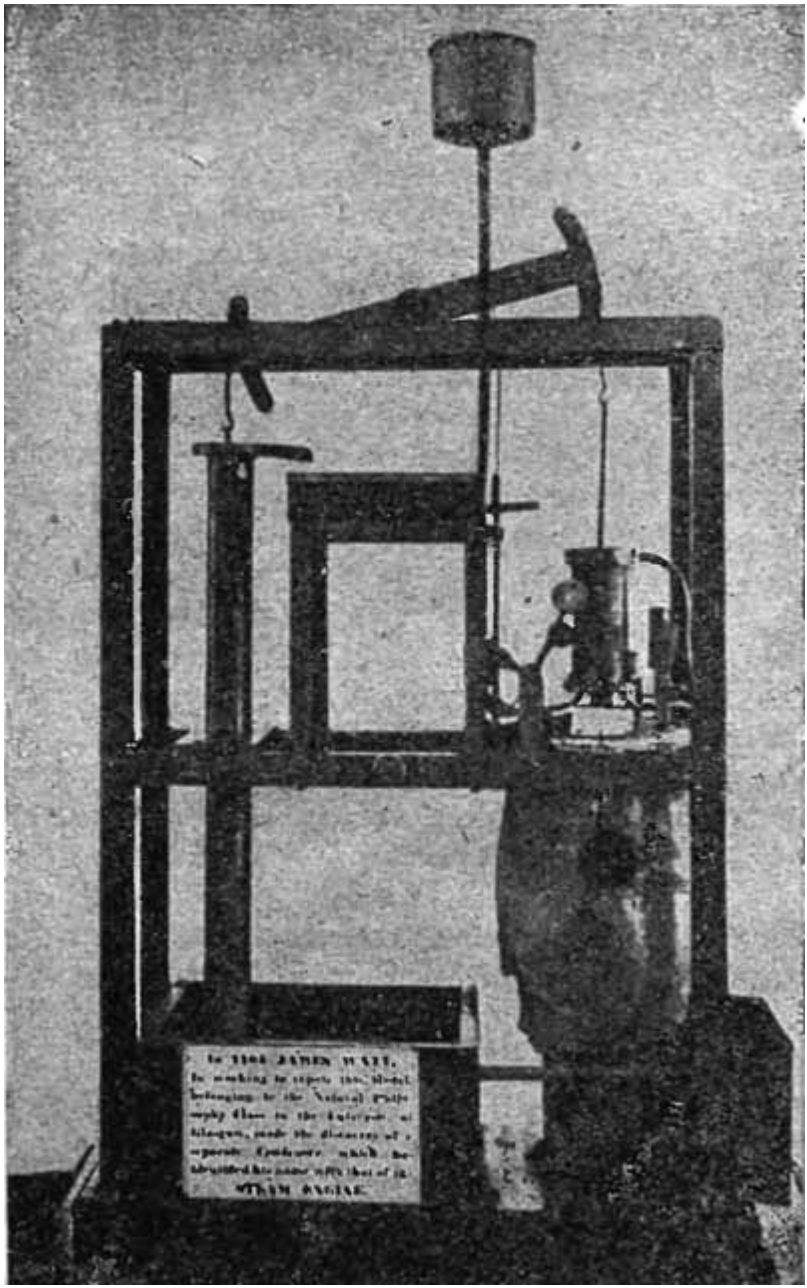
перешла в данном случае вода.

Все, что я вам сказал, мне кажется, вполне подтверждает то основное положение, что теплота, которая исчезает при превращении воды в пар, не теряется, но удерживается паром и проявляется в его силе расширения, хотя она вместе с тем и не воспринимается термометром. Эта теплота снова выходит из пара, когда он превращается в воду, и она снова приобретает старое свойство действовать на термометр. Одним словом, она снова появляется в качестве причины нагрева и расширения. Эта теплота, которую можно получить таким образом из пара, выдерживающего давление атмосферы, как мы видели, заключает в себе около 800–900 градусов…

На этом Блэк закончил свою лекцию. Студенты толпой окружили его, но он не стал сегодня, как обычно, отвечать на многочисленные их вопросы: он спешил. Ему надо было зайти еще в физический кабинет, где Уатт работал над моделью машины Ньюкомэна. Блэк хотел посмотреть, каких результатов добился его приятель.

Модель машины Ньюкомэна

Это была маленькая модель с цилиндром из латуни, диаметром 2 дюйма, поставленным на куполообразную крышу круглого котла, диаметром в 9 дюймов. Она была точной копией тех нескольких десятков «огненных» машин, которые вот уже больше полувека в разных местах Англии неуклюже, медлительно, тяжеловесно, пыхтя и пожирая несметное количество угля, откачивали воду из шахт и рудников и поднимали воду в резервуары водопроводов немногих передовых городов Англии.



Модель машины Ньюкомэна, над которой работал Уатт.

По мере того, как с каждым днем все редеют и без того не очень обширные леса Англии, вырубаемые на дрова для маленьких, но довольно многочисленных и прожорливых доменных печей, кузнечных горнов, для котлов пивоваров, для печей хлебопеков и для многочисленных обывательских кухонных очагов и каминов, — все больше и больше выступает на первый

план другой вид топлива, которым так богата Англия — каменный уголь. Уже в XVII веке огромный Лондон отапливался почти исключительно каменным углем, «морским» углем, как его тогда называли, ибо он привозился по морю. Много угля уже тогда вывозилось за границу, например, в Нидерланды.

По общему мнению современников, в XVII и XVIII веках угольная промышленность Англии по своему значению занимала второе место сейчас же за шерстяной промышленностью, которая уже тогда могла насчитать не один век своего первенства в английском ремесле.

Один из важнейших угольных районов был расположен на севере Англии — это район Ньюкэстля на Тайне. Кто владел Ньюкэстлем, тот мог заставить зябнуть английскую столицу, ибо именно из Ньюкэстля шел весь уголь в Лондон. Это понимали уже в середине XVII века, и когда в 1640 году начались волнения в Шотландии — прелюдия Великой английской революции, — то очень опасались, что шотландцы захватят Ньюкэстль, чтобы сделать лондонское правительство более уступчивым. Позже, в 1715 году, во время попытки реставрации Стюартов, их сторонники также рассчитывали захватом Ньюкэстля вынудить Лондон высказаться за эту династию.

«Тридцать тысяч человек, — писал про этот район Дефо в тридцатых годах XVIII века, — постоянно заняты под землей добычей угля, а на перевозке его работает около тысячи кораблей, или, может быть, немного меньше, и десять тысяч матросов, и грузчиков».

Угольная шахта считалась золотым дном для предпринимателя, но там же, под землей, углепромышленника, будь то дворянин, эксплоатирующий недра своего родового поместья, или купец — арендатор копей, или артель углекопов, подстерегал очень опасный враг, который каждую минуту грозил разорить предпринимателя и борьба с которым становилась все труднее и труднее по мере того, как шахты уходили все глубже и глубже, — врагом этим были подземные воды.

«Много хороших угольных копей, — читаем мы в одном из описаний XVII века, — теперь не имеют никакой цены или потому, что поблизости не имеется сланцевого камня для укрепления подземных ходов, или же вследствие больших количеств воды, которая обыкновенно находится в пустотах земли и выкачка которой чрезвычайно дорога, так что много людей нередко терпело крушение на этих предприятиях… Все технические усовершенствования для выкачки воды в конце-концов выкачивали только их карманы».

Откачка воды из шахт, особенно глубоких, была

действительно очень трудной задачей. Конечно, можно было загнать людей, иногда даже не один десяток, в ступальное колесо, можно было устроить конный привод, но лучшей силой все же считалось водяное колесо. Беда только в том, что далеко не всюду имелась вода, чтобы вращать его, или ее было слишком мало.

«В большинстве копей на севере применяются цепные помпы, которые приводятся в движение или лошадьми, или ступальными колесами, или водяными колесами, и этот последний способ считается самым верным для откачки воды, но расход на эти колеса очень велик».

С водой приходилось бороться не одним углепромышленникам.

Аналогичную картину можно было наблюдать и на крайнем западе Англии, на богатейших оловянных и медных рудниках Корнуэлса. И там водяное колесо считалось самым мощным приспособлением для откачки воды, которое «выполняет в пять раз больше работы, чем конный привод, но и стоит гораздо дороже».

С горной промышленностью по своему значению соперничала металлургия: выплавка чугуна, передел его в железо, отливка чугунных изделий. Иные современники, греша некоторым преувеличением, именно ее ставили даже на второе место после шерстяной промышленности. Вода как источник энергии играет в металлургии очень большую роль, такую, что наличие ее при выборе места для постройки доменной печи или кузницы является таким же важным моментом, как наличие топлива.

Железозаводчик нередко являлся рабом водяного потока, который раздувал мехи его домен и горнов, двигал его молоты. Сила этого потока нередко определяла и размеры производства, и даже его расписание, план. В среднем считалось в году около сорока рабочих недель: в сухое время нередко воды нехватало и приходилось останавливать производство, а в засушливые годы эти простои были гораздо более длительны.

«Я знаю, — писал Яррантон в конце XVII века, — что вы, владельцы железных рудников, и вы, железные мастера, часто испытываете нужду в больших суммах денег для того, чтобы заплатить за дрова и выплатить жалование рабочим, а причина этого следующая: когда воды много в зимнее время и вы вырабатываете большое количество железа и складываете его у себя на складах, то вы не можете вывезти его для продажи вследствие непогоды и негодности дорог, а поэтому вы вынуждены входить в большие долги, и кредит ваш падает, ваше дело сокращается».

Любопытно, что даже Уатт, почти сто лет спустя, испытывал

подобное же затруднение. «Я не знаю, — писал он своему компаньону Болтону 8 апреля 1786 года, — где мне получить листы, так как завод Парсона не имеет в настоящее время воды, и мы должны будем прождать долгое время, пока не получим их от него».

Да и сам Болтон, как мы увидим ниже, заинтересовался изобретением Уатта именно потому, что для его Бирмингамского завода нехватало водной энергии.

Регулярность производства, правильность обращения капитала нарушались в степени, невыносимой для капиталистического производства даже в его зачаточной форме. Борьба с водой, подземные потоки которой грозили залить английские (да и не только английские) рудники и шахты, замена воды, которая приводила бы в действие механизмы каким-нибудь новым источником энергии, являлась настоятельнейшей технической задачей для горного дела и металлургии. Только этот новый источник энергии мог бы устранить препятствия, лежащие на пути развития этих отраслей производства, которые одними из первых приняли капиталистические формы.

На способы откачки воды из шахт в течение XVII века была взята масса патентов.

В Англии первый патент на «подъем воды из шахт при помощи огня» был выдан в 1630 году некоему Давиду Рамзею, но о практическом осуществлении этого проекта ничего не известно.

Горное дело вызвало к жизни первую практически применимую паровую машину, но построена она была не горным механиком специалистом, а военным инженером, «траншейных дел мастером» Томасом Сэвэри.

Биографические сведения о нем очень скудны. Он родился около 1650 года в западной части Англии, в графстве Дэвон. Что он увлекался механикой и что в нем была довольно сильна изобретательская жилка, на это указывают его любовь к часовому мастерству и постройка им машины для полировки зеркал и лодки, приводимой в движение гребным колесом. Какие обстоятельства побудили его заняться способами применения пара к подъему воды — неизвестно; но вокруг его изобретения вскоре возникли всевозможные слухи. Сэвэри, наверное, хорошо знал о тех трудностях, с которыми приходилось сталкиваться горнякам в их борьбе с водой в шахтах и рудниках, потому что графство Дэвонское, откуда он происходил, граничит с запада с богатым оловом и медной рудой Корнуэлсом. Первые машины Сэвэри приходилось строить самому, почти без всякой посторонней помощи. Он встретил тут то же затруднение, с которым пришлось столкнуться впоследствии и Джемсу Уатту, —

с крайним недостатком в искусных рабочих руках.

25 июля 1698 года он получил первый патент, сроком на четырнадцать лет, на новое изобретение «для подъема воды и для приведения в движение разного рода мельниц силою огня, которое послужит к великой пользе и выгоде для откачки шахт, снабжения городов водой и работы всяких мельниц там, где нет возможности воспользоваться водой или постоянными ветрами».

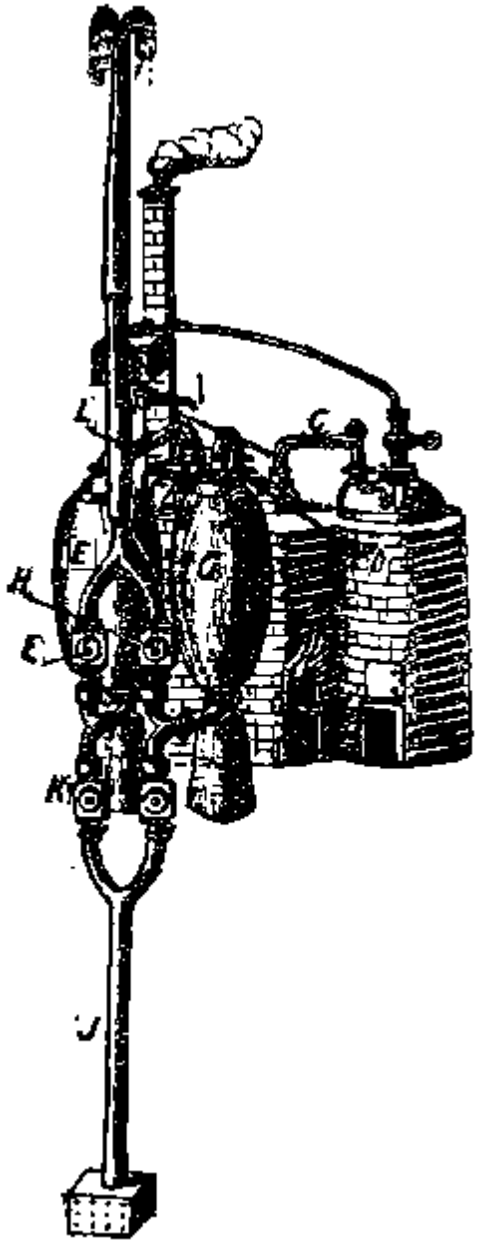
Срок патента был в следующем году продлен до 1733 года, «принимая во внимание большие расходы, понесенные Сэвэри при постройке машины». Надо сказать, что шахтовладельцы довольно скептически отнеслись к изобретению Сэвэри. Идея огневой машины была уже к тому времени скомпрометирована фантастическими «прожектами» всевозможных шарлатанов, и Сэвэри пришлось приложить некоторые усилия, чтобы разрекламировать свое изобретение. Он читал доклад о нем в Королевском обществе в 1699 году и выпустил описание машины, а затем через три года вышла эта книга «Друг горняка, или описание машины для подъема воды при помощи огня». Помимо подробного описания своего изобретения, Сэвэри в этой книге указывал и на различные применения машины. Машина могла накачивать воду в резервуар для приведения в движение водяное колесо. Она могла подавать воду в резервуар для домашнего водопровода, ее можно было установить на водокачках для снабжения водой города, при помощи ее можно было осушать болота, но главным ее назначением было применение в горном деле.

Принцип действия машины заключался в использовании и давления атмосферы, и давления пара. В этом отношении она представляла собой шаг вперед по сравнению с прибором Папэна. Другим важным этапом в развитии применения пара было то, что рабочий сосуд был отделен от котла. Таким образом достигалось непрерывное парообразование. Разрежение в сосуде, куда засасывалась вода, достигалось путем наружного охлаждения его струей воды. Сэвэри первый применил для выпуска пара из котла в рабочий сосуд вращающуюся на оси с внутренней стороны котла заслонку, закрывающую вход в паропровод. Заслонка передвигалась при помощи рычага от руки. Это приспособление надолго вошло в практику постройки атмосферных и паровых машин.

От Сэвэри можно вести начало понятия лошадиной силы как единицы измерения работы машины. Собственно, Сэвэри приложил к своей машине способ измерения, который уже до него был широко распространен в практике горного дела. При расчетах насосов и подъемных приспособлений горные механики

считали, сколько лошадей понадобится для приведения в действие того или иного механизма. Впрочем, надо иметь в виду, что Сэвэри при этом рассчитывал — не сколько лошадей приводит в действие данный механизм, а сколько нужно иметь лошадей для непрерывного выполнения данной работы.

«Вода при ее падении с определенной высоты, — пишет он, — имеет силу, соответствующую и равную той, которая нужна для того, чтобы поднять ее. Таким образом, если машина поднимет столько воды, сколько могут это сделать на данном механизме две лошади, работающие одновременно, для чего нужно иметь все время десять или двенадцать лошадей для выполнения этой работы, то я говорю, что моя машина выполняет работу в десять или двенадцать лошадей».



Машина Сэвэри.

Два котла AA и B вмазаны в печь и соединены трубой C. Когда вода в котле AA доведена до кипения, то передвижением влево рукоятки регулятора D открывается доступ пара из котла в резервуар E. Пар вытесняет оттуда воздух в трубу L через клапан F, открывающийся наружу, и заполняет резервуар. Передвижением D в обратную сторону сообщение E с котлом закрывается и открывается доступ пара из котла в G (воздух, вытесняемый при

наполнении G паром, выходит в L через клапан H). Струей воды из крана I производится охлаждение E и конденсация содержащегося в ием пара, вследствие чего происходит засасывание в него по засасывающей трубе J воды, подлежащей выкачке. Клапан K, открывающийся внутрь, мешает обратному вытеканию ее. При вторичном пуске пара в E вода под давлением его вытесняется из £ через клапан F в трубу L и подымается по ней. Затем пар впускается в резервуар G и вода таким же образом вытесняется и из него в трубу L.

Машина Сэвэри не нашла себе широкого применения. Она была установлена на некоторых рудниках Корнуэлса и на двух-трех угольных шахтах. Кроме того, в Лондоне установили водокачку. Одним из недостатков машины была медленность работы: в небольшие рабочие сосуды ее можно было засосать лишь очень малое количество воды. Поэтому она была не пригодна, когда нужно было откачивать большие массы воды, как это имело место в рудниках и шахтах. Далее, она не могла подымать воду на очень большую высоту, так как для этого нужно было значительно увеличивать давление пара. Можно думать, что Сэвэри пользовался давлением около трех атмосфер, но крупнейшая его машина на лондонской водокачке работала под давлением 8—10 атмосфер. Повышение давления представляло собой большую опасность, вызывая взрывы котлов. Нужно принять во внимание чрезвычайно примитивную технику постройки машины и недоброкачественность материалов. Трубопроводы, рабочие сосуды и котлы делались из медных листов, спаянных оловом; некоторые трубы делались из свинца.

В шахтах и рудниках приходилось устанавливать по нескольку машин, а если шахты были глубоки, — в несколько ярусов. От этого, помимо опасности взрывов котлов, возникала и опасность воспламенения взрывчатых газов в шахтах. Наконец, очень крупным недостатком машины был чрезвычайно большой расход топлива, хотя Сэвэри и уверял, что откачка воды при помощи его машины обходится в три раза дешевле, нежели другими способами.

Машина получила некоторое распространение для подъема воды в отдельных домах — резиденциях английской знати, и для приведения в действие фонтанов в парках. Между прочим, для этой цели в 1718 году была отправлена такая машина московскому царю Петру I. Но в горном деле машина Сэвэри вскоре была вытеснена другой машиной, также изобретенной на западе Англии в рудных районах, огневой машиной Томаса Ньюкомэна.

Биографические сведения об этом замечательном самородке чрезвычайно скудны.

Ньюкомэн был земляком Сэвэри. Он родился в 1663 году в Дартмуте, в Дэвонском графстве. Умер он в 1729 году. Могила его не найдена. Поклонники Ньюкомэна утверждают, что Уатт добился славы, поднявшись на плечах Ньюкомэна. По некоторым данным Ньюкомэн занимался паровой машиной еще до Сэвэри, но не успел запатентовать своего изобретения: патент Сэвэри создал монополию на паровую машину и закрыл пути всем другим изобретателям. Неизвестны точно обстоятельства, когда и как этот деревенский кузнец вступил в переписку с секретарем Королевского общества, Робертом Гуком, и обсуждал с ним прибор Папэна. Это происходило до 1 702 года. Гук, между прочим, советовал ему не применять для своей машины принципа Папэна, указывая на невозможность точного изготовления поршня и цилиндра, чтобы добиться плотного прилегания поршня к цилиндру.

В 1712 году Ньюкомэн устанавливает свою первую машину — результат многолетней работы — на угольной шахте, недалеко от города Дэдлэй (недавно удалось довольно точно определить место установки машины).

Толчком к работе над машиной явились, как и у Сэвэри, наблюдения над затруднениями с откачкой воды в Корнуэлских рудниках.

Отдельные элементы машины Ньюкомэна не представляли собой ничего нового, но гениально остроумна была комбинация их. Ньюкомэн присоединил к одному из плеч коромысла насоса папэнов цилиндр.

На Корнуэлских рудниках он, наверное, видел, как водяное колесо было соединено при помощи кривошипа и шатуна с одним концом коромысла, к другому концу которого был присоединен шток поршня насоса, опущенного в шахту. Вместо водяного колеса Ньюкомэн поставил цилиндр Папэна. Принцип действия машины Ньюкомэна был тот же самый, что и у Папэна: действующей силой было атмосферное давление, которое вдавливало поршень, поднятый до верхнего края цилиндра, обратно в цилиндр, когда там получалось разрежение вследствие конденсации пара. Но было очень существенное различие между цилиндром Папэна и машиной Ньюкомэна. У Папэна цилиндр служил и котлом для парообразования, и рабочим цилиндром, и конденсатором. Ньюкомэн устроил отдельный котел, подобно как в машине Сэвэри, достигая этим так же, как и там, непрерывного парообразования. Цилиндр был расположен на крышке котла и соединен с ним трубкой с краном.

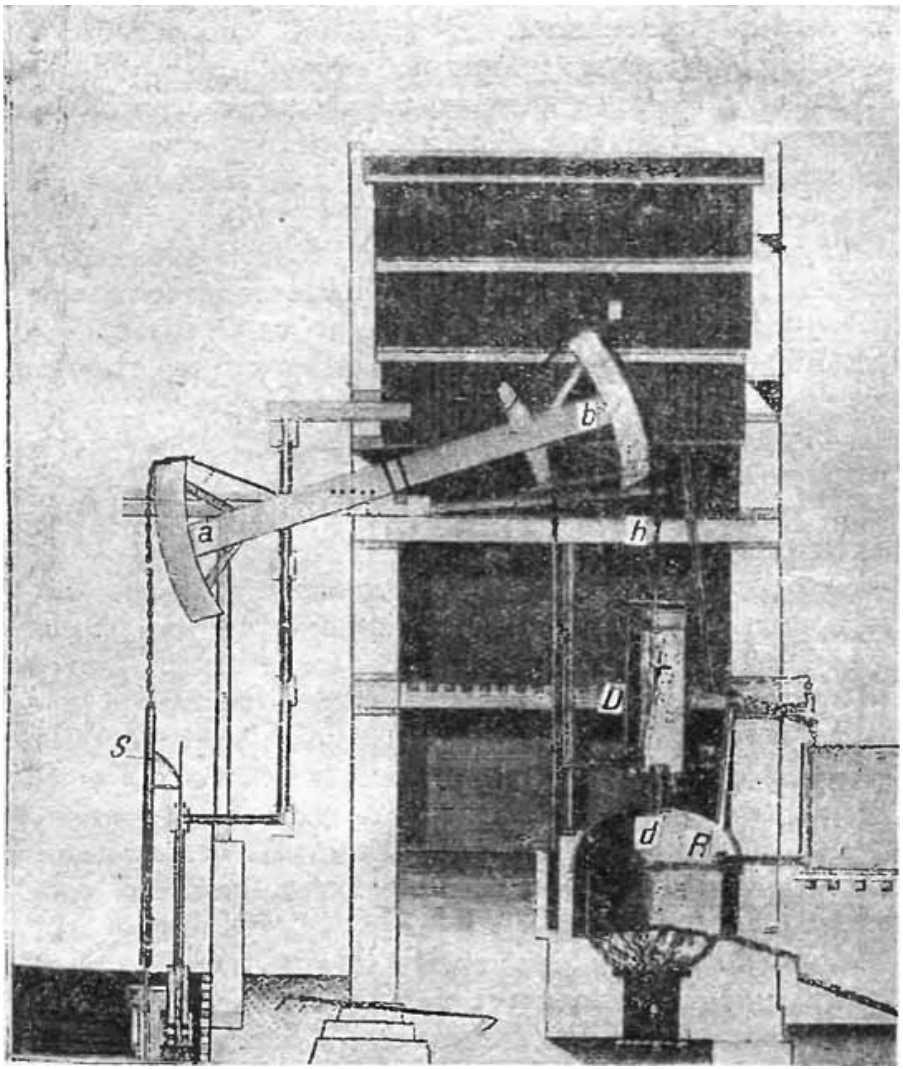
Первоначально охлаждение цилиндра для конденсации пара достигалось путем обливания цилиндра холодной водой, как в машине Сэвэри, но вскоре было сделано первое усовершенствование машины, а именно — впрыскивание струи холодной воды внутрь цилиндра. По недостоверным данным, это важное усовершенствование было открыто случайно. На поршень обыкновенно наливалась вода для того, чтобы воспрепятствовать воздуху проникнуть внутрь цилиндра через щели от неплотного прилегания к стенкам цилиндра. Случайно как-то немного воды попало внутрь цилиндра и произвело быстрое осаждение пара. Это обстоятельство будто бы и послужило толчком к применению вспрыскивания воды.

Во время рабочего цикла машины нужно было, таким образом, открыть паровпускной кран (предполается, что поршень находится внизу). Затем, после поднятия поршня до верхнего края цилиндра, под влиянием веса штока и поршня насоса, висящего на другом конце коромысла, и наполнения цилиндра паром, нужно было закрыть сообщение с котлом и открыть кран для впрыскивания воды, закрыть его во время опускания поршня, затем, когда поршень дошел до дна, выпустить образовавшуюся воду и начать снова повторение этих операций.

Первоначально все они производились от руки, но, некоторое время спустя Ньюкомэн придумал механизм, автоматически открывающий и закрывающий в нужный момент соответствующие краны. Суть механизма заключалась в том, что к коромыслу со стороны цилиндра был подвешен длинный брус с выступами, который при движении коромысла вверх и вниз задевал ими за систему рычажков с противовесами, соединенных с соответствующими кранами. Повидимому, все эти усовершенствования были внесены самим Ньюкомэном, как это видно из ряда современных ему изображений машины.

Одним из крупнейших достоинств этой атмосферной машины Ньюкомэна являлось то, что она была вполне по силам технике той эпохи, хотя постройка ее все же представляла собой большие трудности. Сначала цилиндры ньюкомэновской машины делались из меди, трубы — из свинца, коромысло было деревянным (оно представляло собой огромное бревно, а впоследствии даже несколько бревен, соединенных болтами). Мелкие части делались из ковкого железа. Более поздние машины Ньюкомэна, примерно после 1718 года, имели уже чугунный цилинр. Они отливались обыкновенно на литейном заводе Абрагама Дэрби в Колбрукдэле, упорно работавшего тогда над применением кокса к выплавке чугуна. Дэрби ввел усовершенствования и в литейную технику, и только тогда и стало возможным получать цилиндры достаточно

хорошего качества. Завод Дэрби в течение многих лет являлся единственным поставщиком цилиндров Ньюкомэна на всю Англию. Впоследствии их стали изготовлять на шотландском заводе Каррон и затем на двух заводах бр. Вилькинсон. Фирмы эти в 1762 году даже заключили соглашение о поставках цилиндров по одинаковым ценам.



Машина Ньюкомэна.

R — котел; d — паровпускная заслонка; DD — цилиндр (в разрезе; изображен момент впрыскивания воды); h — цепь, на которой подвешен поршень; a, Ь — балансир, или коромысло; S — шток поршня насоса.

Очень трудной задачей являлось получение более или менее

правильной и гладкой поверхности с внутренней стороны цилиндра.

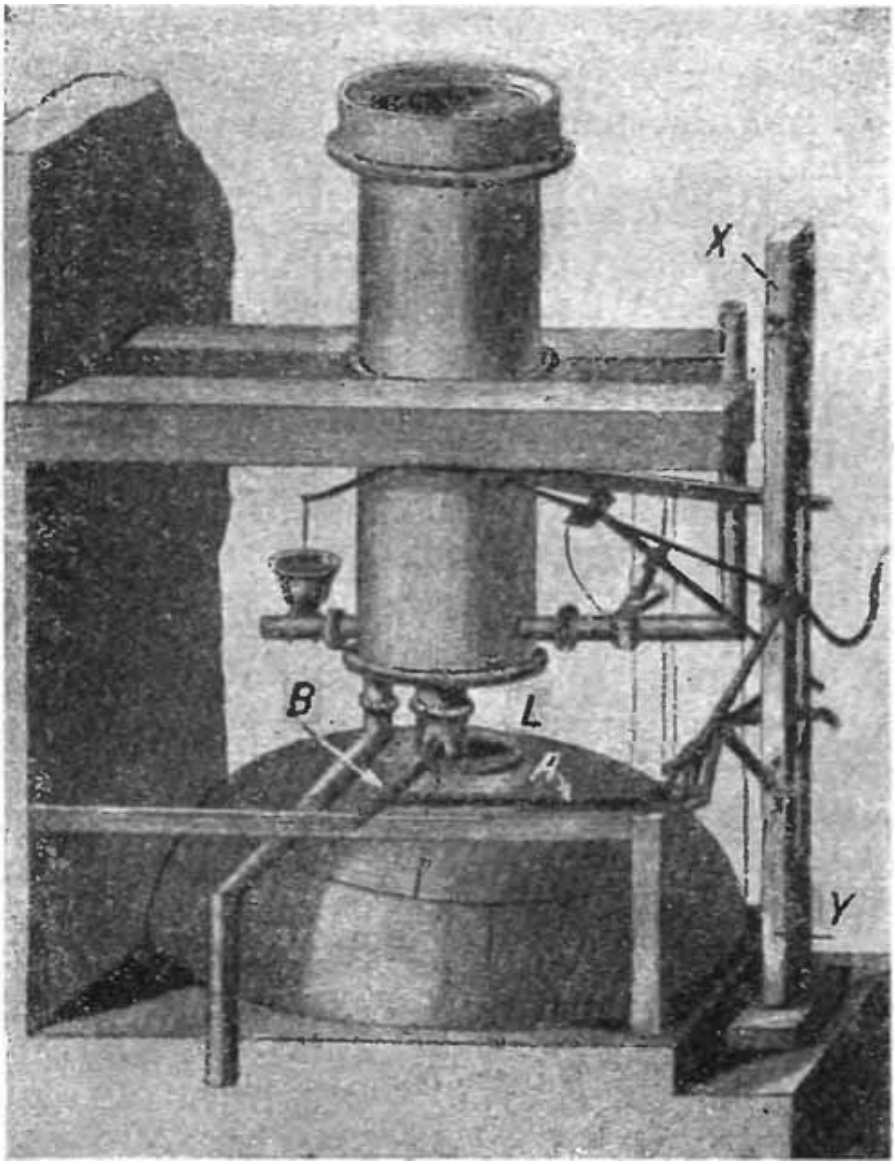
Уже в 1734 году для этого на заводе Дэрби был установлен специальный станок, представляющий собой несколько измененный станок для высверливания дула орудий.

Этот станок является первой рабочей машиной в машиностроительной технике, в производстве машин. Его усовершенствования сыграли очень большую, можно сказать, решающую роль и в истории паровой машины, но они были внесены значительно позже: в 1769 году инженером Смитоном на Карроновском заводе и в 1774 году Вилькинсоном, ставшим вскоре после этого постоянным и единственным поставщиком цилиндров для машины Уатта.

Ньюкомэновская машина хорошо удовлетворяла потребность в двигателе для насоса, ни для какой другой работы она не употреблялась и носила название «огненный насос», или «огненная машина». Однако, на первых порах ее распространение шло очень медленно. В общем, насчитывают, что Ньюкомэн соорудил сам около шести-семи машин. Постройка ее была делом очень трудным и дорогим. Машина особенно привилась на угольных шахтах, там, где было дешево топливо.

Около 1775 года во всей Англии насчитывалось сто тридцать действующих машин. Из них шестьдесят приходилось на район Ньюкэстль; много было установлено и на Корнуэлских рудниках, несколько машин работало на городских водокачках. Одним из оригинальных применений машины было применение ее на заводе Дэрби, где она накачивала отработавшую на водяном колесе воду снова в верхний резервуар.

Значение ее для горной промышленности было очень велико: она открыла доступ к глубоким пластам руды и угля. Вместе с тем она произвела и большие экономические сдвиги в горном деле, способствовала развитию в нем капиталистических предприятий. Установка машины и эксплоатация глубоких рудников и шахт требовала больших капиталов и была совершенно недоступна для местных артелей рабочих горняков.



Машина Ньюкомэна (верх котла и цилиндр).

XY — брус, подвешенный к коромыслу и приводящий в движение систему рычагов к клапанам и кранам; A и B — рычаги, передвигающие заслонку, закрывающую паровпускное отверстие с внутренней стороны котла; L— паровпускная труба в цилиндр.

Маленькая модель атмосферной машины Ньюкомэна, починить которую Андерсон поручил Уатту, была сделана точь-в-точь как большая настоящая машина и должна была работать, «как большая». Неизвестно, кто сделал ее, но в глазгоуском университете она стояла уже несколько лет. Она была неисправна

и работала плохо; ее возили в Лондон к знаменитому оптику и механику Сиссону, но напрасно университет заплатил Сиссону 2 фунта стерлингов: после того, как ее взяли от него в 1760 году, она продолжала «выполнять свою работу» так же неисправно, как и раньше. После этого она простояла на одной из полок кабинета естественных наук еще года три без всякого употребления, пока профессор Андерсон не предложил Уатту посмотреть, нельзя ли все же что-нибудь сделать с этим любопытным, но капризным прибором.

Это было, по собственному свидетельству Уатта, зимой 1763–1764 года. Едва ли до этого Уатт интересовался судьбой этой маленькой модели, едва ли вернули ее из Лондона от Сиссона именно по его просьбе Для того, чтобы дать ему возможность изучить на ней Действие ньюкомэновских машин. Иначе ведь он уж гораздо раньше принялся бы за ее ремонт и гораздо раньше открыл бы ее недостатки. Повидимому, модель ньюкомэновской машины интересовала механика глазгоуского университета не больше, чем другой прибор кабинета естественных наук, и за ее починку он взялся, как за очередную работу, не задаваясь какими-нибудь исследовательскими целями.

Но это не значит, что Уатт до этого времени совершенно не интересовался способами практического применения пара, только не ньюкомэновская машина была предметом его внимания, и, вероятно, мысль об усовершенствовании ее совсем не приходила ему в голову. Любопытно, что даже не от него самого исходила инициатива заняться изучением действия пара. Впервые к этому, еще в 1759 году, побудил его приятель Робисон, который носился тогда с мыслью «о применении силы паровой машины для приведения в движение повозок, а также и для других целей».

Друзей занимало изобретение чего-нибудь совершенно нового, а не усовершенствование старого. Изобретательство это продолжалось недолго, так как в том же году Робисон уехал воевать в Северную Америку, а Уатт и без этого был завален делами. Но мысль не заглохла, и Уатт возвратился к ней года два спустя.

«Около 1761–1762 гг., — пишет он, — я проделал несколько опытов над силой пара в папэновом котле и сделал нечто вроде паровой машины, укрепив на нем спринцовку, диаметром около 1/8 дюйма, с прочным поршнем, снабженную краном для впуска пара из котла, а также для выпуска его из спринцовки на воздух». Когда открывался кран из котла в цилиндр, то пар, поступая в цилиндр и действуя на поршень, поднимал значительный груз (15 фунтов), которым был нагружен поршень. Когда груз был поднят до нужной высоты, то сообщение с котлом закрывалось и

открывался кран для выпуска пара в атмосферу. Пар выходил, и груз опускался. Эта операция повторялась несколько раз, и хотя в данном приборе кран поворачивался от руки, однако, не трудно было придумать приспособление, чтобы поворачивать его автоматически. Машину такой системы, вероятно, и представлял себе Робисон для движения повозки. Характерно, что Уатт уже значительно позже, в патенте 1784 года, описал ее применение именно для этой цели.

Оригинальна ли эта идея? Дело в том, что в трактате Лейпольда «Обозрение гидравлических машин», вышедшем еще в 1724 году, имеется чертеж паровой машины, действующей при помощи давления пара на поршень. Что Уатт изучал Лейпольда, это мы узнаем из показания Робисона, по словам которого желание ознакомиться с этим трактатом побудило Уатта изучить немецкий язык, но сам Уатт нигде о Лейпольде почему-то не говорит и, может быть, умышленно. Вопрос заключается в том, когда попался Лейпольд в руки Уатта — в 1761 году или позже. Знал ли Уатт уже тогда немецкий язык или нет — в сущности, не важно, ведь несложный чертеж можно было понять с первого взгляда, даже и не зная немецкого языка.

Любопытно, почему Уатт перестал тогда работать над своей маленькой моделью, представляющей, в сущности, зародыш машины высокого давления: низкий уровень техники исключал возможность ее осуществления.

«Я скоро оставил мысль построить машину по этому принципу, — говорит Уатт, — так как понимал, что против нее будут сделаны одни из тех возражений, которые делались против машины Сэвэри, а именно: опасность от взрыва котла, трудность плотно сделать соединение и, наконец, укажут на то, что большая часть силы пара будет теряться, ибо не будет образовываться вакуума, содействующего опусканию поршня».

Из данных, приводимых Уаттом, видно, что давление пара в цилиндре достигало почти трех атмосфер.

Ни одной строчки из современных записей о первых шагах Уатта по тому пути, который привел его к усовершенствованию паровой машины, о той предварительной работе, которую он проделал до момента своего изобретения отдельного конденсатора, не сохранилось. И самому Уатту, и его друзьям вспоминать и рассказывать об этом пришлось лет через тридцать после описываемых событий и в обстановке, требующей далеко не беспристрастного, но умелого подбора фактов и суждений и тщательного взвешивания каждой фразы. Одним словом, старину вспоминали на заседании суда «Общих Тяжб» в Лондоне, 16

декабря 1796 года, по иску Уатта и Болтона против Горнблоуэра и Маберлея, по обвинению последних в плагиате. Рассказ Уатта — это объяснение истца, а рассказ Робисона и Блэка — это свидетельские показания в судебном процессе, сделанные в пользу Уатта. Можно ли им придавать так много веры? И сам истец, и его свидетели далеко не всегда точны в своих показаниях и иногда противоречат друг другу.

Рода два спустя после процесса друзья рассказали историю изобретения еще раз и притом обмолвились замечаниями, которые очень понравились Уатту.

Блэк в своем курсе химии приписал себе неподобающе большую роль в изобретении: по его словам, выходило, что Уатт сделал свое изобретение отдельного конденсатора только благодаря знакомству с его теорией скрытой теплоты, а Робисон, редактировавший этот курс, изданный им по смерти своего Друга Блэка, подтвердил это в своем введении к этому курсу и, кроме того, в своей статье о паровых машинах в Британской энциклопедии, и в своем курсе «Механической философии» он повторил те же «ошибки».

На оригинальность мыслей изобретателя была на брошена легкая тень. Уатт возражал против этого и рассказал еще раз историю своего изобретения. Обычно этот рассказ и кладется биографами Уатта в основу их изложения, но по самой своей цели этот рассказ не может не вызвать сомнений в его беспристрастии. История изобретения изложена Уаттом в большом примечании к курсу «Механической философии» Робисона. Уатт редактировал этот курс своего покойного друга и внес в него некоторые примечания, дополнения и поправки. Главная цель изложения Уатта — показать полную свою независимость от Блэка и то малое значение, которое имело для него, Уатта открытие этого замечательного физика, на чем, собственно, и настаивали и Блэк, и Робисон.

В письме к издателю курса Робисона, Брюстеру Уатт старается показать, что не следует особенно доверять Робисону. Надо вспомнить, что Робисона не было в то время в Глазгоу, когда он там работал над паровой машиной: Робисон в это время был занят военными подвигами у берегов Северной Америки. А затем, когда Робисон писал свою статью о паровой машине, то, по мнению Уатта, «он не имел правильных сведений и слишком доверился силе своей необыкновенной памяти уже в то время, когда она, вероятно, была ослаблена тяжелым, длительным болезненным состоянием и теми средствами, к которым он вынужден был прибегать для облегчения боли, а поэтому он впал в ошибки относительно фактов, а также и некоторые выводы

оказались неправильными».

Очень жаль, что не дошли до нас, или до сих пор не открыты, современные деловые записи Уатта об его первых исследованиях, связанных с паровой машиной. Любопытно было бы проследить именно первые шаги его творческого пути; повидимому, какие-то записи были, по крайней мере Уатт ссылается на них в упомянутом письме к издателю Брюстеру, указывая на то, что на основании их сделал поправки к изложению Робисона.

По очень неясным рассказам Уатта, по нередко расходящемуся с ними изложению Робисона и Блэка почти невозможно во всех деталях восстановить действительный, исторический, так сказать, ход его работ и, описывая ту или иную стадию их, невозможно избегнуть ошибки, приписывая ему сведения, наблюдения и выводы, которые были сделаны лишь позже.

В письме Уатта к Брюстеру бросается в глаза, как много он знал, когда работал над ньюкомэновской машиной. Всех перечисленных там сведений и наблюдений было бы вполне достаточно, чтобы сделать то изобретение, которое он сделал, но дело в том, что эти сведения и выводы он приобрел, вероятно, в самом ходе работы, в борьбе с неудачами, в поисках их причин, в стремлении найти им объяснение. В конце-концов он и нашел эти объяснения и сделал из них практические выводы. Фактов было накоплено уже достаточно, а то, чего еще нехватало, было доделано им самим. Но биографа интересует другой вопрос: как эти сведения приходили к Уатту, в какой последовательности, какие из них и как им были применены, сразу ли, или мимо многого он проходил, первоначально не замечая. Сам Уатт своими воспоминаниями может оказать лишь незначительную помощь биографу, которому поневоле придется итти ощупью…

Уатт принялся за работу по ремонту машины Ньюкомэна со своей обычной тщательностью и аккуратностью, отделывая и проверяя каждую деталь и ее механическое действие. Через его руки прошло уже столько точных геодезических инструментов, что, казалось, не хитрое дело было исправить эту не такую уже с механической точки зрения сложную, но почему-то плохо работающую модель.

«Я принялся за ремонт машины просто как механик», — писал впоследствии Уатт. То же самое говорит и Робисон: «Эта модель была для него и для меня первоначально просто интересной игрушкой». А между тем «эта игрушка» готовила Уатту ряд самых неприятных сюрпризов. Маленькая капризная модель, когда он принялся за нее, стала загонять его из одного

тупика в другой, как бы издеваясь над всем его искусством, наблюдательностью, аккуратностью.

Вероятно, приступая к работе, Уатт имел очень смутное представление о действительной работе ньюкомэновской машины. Прямо поразительно, как мало Уатт на первых порах интересовался работой этих машин на практике. Вообще говоря, в Шотландии в то время еще мало было развито горнозаводское дело и почти не было огневых машин, и, вероятно, Уатт вообще еще ни одной такой машины не видел. По крайней мере ни сам он, ни кто-либо из его друзей не указывают на это.

Но в данном случае это имело, пожалуй, и свою хорошую сторону. Гораздо резче выступили перед ним многие явления, на практике прикрытые и предупрежденные сложившейся в течение многих лет рутиной ухода за машиной. Вероятно, он, мастер точной механики, не имеющий ни малейшего представления об этом уходе за огненной машиной, со своей моделью наделал множество таких «глупостей», каких, наверное, не сделал бы с большой, порученной ему машиной ни один мало-мальски знающий машинист.

Но Уатту пришлось также столкнуться и с теми трудностями, с которыми сталкивались люди, работающие при машине; изъяны ее работы они считали, вероятно, вполне нормальным явлением или же имели, должно быть, во избежание и предупреждение их, целую систему приемов и навыков, может быть, составлявших профессиональную тайну опытного машиниста. Уатта же все ставило в тупик, а вместе с тем заставляло самостоятельно искать выход. Попади Уатт на шахту, да еще к опытному машинисту, ему, возможно, самому пришлось бы изыскивать те вопросы, которые тут плохо работающая модель сама как бы ставила ему.

В начале длинного пути долгой исследовательской работы, приведшей к изобретению, стояла неудача. Большой еще вопрос — стал бы Уатт заниматься изучением ньюкомэновской машины, а затем действием пара, если бы не встретил в самом начале затруднение при починке модели.

И Робисон, и Уатт в одних и тех же словах рассказали о постигшей их неудаче (в дальнейшем их рассказ несколько разнится друг от друга).

Весь механизм модели был тщательно проверен, но когда ее пустили в ход, то она продолжала работать так же плохо, как и раньше.

Котел не давал нужного количества пара, его хватало лишь на несколько ходов поршня. В топке усилили огонь, от этого дело пошло не лучше (а по словам Робисона, машина даже совсем остановилась).

Может быть, нужно усилить струю воды для лучшей конденсации пара? Подняли выше резервуар охлаждающей водой. По Робисону — это тоже не дало никакого результата. По словам Уатта, машина все же стала работать, но лишь при очень слабой нагрузке и потребляя огромное количество охлаждающей воды. Это Уатту сразу бросилось в глаза. Попробовали еще уменьшить нагрузку, уменьшили впрыскивание воды в цилиндр: пара стало хватать, но зато машина работала почти впустую.

В чем же было дело?

И Уатт, и помогавший ему, буквально по пятам шедший за ним Робисон находились в полном недоумении.

Друзья бросились к книгам. Стали просматривать трактаты, в которых можно было найти описание огненной машины. Просмотрели «Гидравлическую архитектуру» Белидора, надеясь найти в ней различные способы откачки и подъема воды, в том числе и при помощи огненной машины, так как эти машины только для этого и применялись. Просмотрели они курс «Экспериментальной физики» Дезагилье.

Но что они могли там найти? Занимался ли кто-нибудь до Уатта теоретически паровой машиной, исследовал ли с чисто научной точки зрения ее работу.

Робисон впоследствии в своем курсе «Механической философии» писал: «За шестьдесят лет своего существования ньюкомэновская машина — это любопытнейшее произведение человеческой изобретательности, которое когда-либо предлагалось наблюдению ученого, — находила с его стороны полное пренебрежение и была предоставлена заботам необразованного мастера».

Это не совсем верно. Техника, правда, в большой мере строилась руками мастеров-практиков, иногда на основании смутных догадок, часто вслепую; те или иные усовершенствования являлись плодом изобретательности, остроумия, наблюдательности, иногда большого опыта и искусства мастера. Но на ньюкомэновскую машину обращали внимание не одни только «необразованные мастера». Исследования ее работы все же не шли дальше чисто внешних наблюдений без попыток объяснения происходящих при этом явлений и точного их измерения и учета. Интересовались главным образом результатами ее работы и учитывали эти результаты, но не интересовались физическими явлениями, при этом происходящими.

Уатт нашел у Дезагилье подробнейшее описание механизма и действия ньюкомэновской машины. Он нашел детальные таблицы мощности ее. Все это было крайне важно для какого-нибудь

шахтовладельца, намеревающегося поставить у себя на угольных копях огневую машину, или для строителя ее, но все это мало интересовало Уатта. Ему нужны были другие Данные.

Однако, у Дезагилье он мог прочитать несколько замечаний, которые могли и для него оказаться очень Ценными и могли даже направить его мысль на верный путь, — это замечание Дезагилье о тепловых явлениях в машине и прежде всего об условиях образования и конденсации пара. Замечания эти были, как мы увидим, не всегда правильны, но важна была уже самая постановка проблемы: попытка учесть парообразование и потребление пара во время работы машины Дезагилье приводит выдержки из описания опытов английского механика Бэйтона.

«Я нашел, — говорит Бейтон, — что около пяти пинт воды в минуту давали в котле столько пара, сколько расходуется на 16 ходов поршня в минуту. Цилиндр машины в Гриффе содержал 113 галлонов пара при каждом ходе поршня, что составляет на 16 ходов в минуту 1808 пивных галлонов. Таким образом, пять пинт воды производили 1808 галлонов пара. Считая в каждой пинте по 38,2 куб. дюйма, мы имеем 38,2 дюйма—1808 = 1 куб. дюйм:47,3 галлона. Откуда следует, что 1 куб. дюйм воды, находящейся в кипении, так что давление пара способно преодолеть около 1/15 атмосферы, должен дать 13338 куб. дюймов пара.

Я также нашел, что при каждом ходе поршня из выпускного крана цилиндра, диаметром 32 дюйма, выходил 1 галлон воды. Удивительно, что пар, образовавшийся всего только из 3 куб. дюймов воды, может нагреть целый галлон холодной воды так, что она выходит почти кипящей, а также, что цилиндр остается еще горячим во всей своей верхней части, когда уже поршень опустился книзу».

Конечно, здесь была сделана грубейшая арифметическая ошибка: Дезагилье в основу своих расчетов взял одну пинту, а не пять. Исходя из его же данных нужно, конечно, считать, что 1 куб. дюйм воды дает 2668 куб. дюймов, а не 13338 куб. дюймов пара[3].

Он ошибся и во втором расчете: и тут не 3 куб. дюйма, а около 12 куб. дюймов воды, превращенной в пар, нагревали конденсационную воду почти до кипения[4].

Но арифметические ошибки Дезагилье было нетрудно исправить, что и было немедленно сделано Уаттом. Гораздо важнее было то, что его расчеты оказались в резком несоответствии с тем, что получалось у Уатта. Это и натолкнуло Уатта на целый ряд исследований.

Перелистывая внимательно Дезагилье, Уатт мог еще в одном месте его трактата прочитать о высокой температуре

конденсационной воды, выходящей из цилиндра. Этот факт был, повидимому, хорошо известен каждому кочегару. Его уже использовали на практике, беря эту воду для питания котла, но объяснение этого факта и теоретические выводы из него еще не были сделаны.

Вот что пишет Дезагилье: «Люди, которые интересовались машиной, заметили, что конденсационная вода, выходящая из выпускной трубки, была почти кипящей, тогда как вода, налитая поверх поршня, была только тепловатой, они поэтому сочли, что будет гораздо выгоднее питать котел конденсационной водой, и это, действительно, прибавило ходу машине на один или два удара в минуту».

Крайне любопытно было узнать у Дезагилье, что быстрота нагрева и охлаждения цилиндра влияет на работу машины. «Я не советую никому, — писал Дезагилье, — ставить цилиндры из чугуна, так как их нельзя отлить со стенками тоньше дюйма, а поэтому они не могут так быстро нагреваться и остывать, как другие, что может составить разницу в один или два хода в минуту. Был отлит цилиндр из меди со стенками толщиной в 1/3 дюйма. Это дало преимущество быстро его нагревать и остужать (что возместило разницу в первоначальных расходах, особенно если принять во внимание ценность самой меди)».

Интересные выводы можно сделать и из наблюдения Дезагилье над работой машины Сэвэри (это Уатт, впрочем, отметил и в своих показаниях). «Одним из недостатков этой машины является то обстоятельство, что происходит большая потеря пара вследствие непрерывного воздействия на резервуары. Пар становится полезен только после того, как он нагреет поверхность воды в резервуарах на известную глубину…

Поэтому пар для подъема воды на 90—100 футов должен быть сильнее воздуха не в три-четыре раза, но, может быть, в шесть раз. Пар, ударяясь о поверхность холодной воды, осаждается и вследствие этого становится бездеятельным до тех пор, пока поверхность воды на известную глубину не будет достаточно прогрета, чтобы его не осаждать, и только тогда, а не раньше, вода не будет препятствовать воздействию давления упругости пара на нее, чтобы ее поднять». Вот что мог прочитать Уатт у Дезагилье о тепловых явлениях, происходящих в машине Ньюкомэна, но это не давало объяснений наблюдаемых им явлений и тех затруднений, с которыми он встретился.

Другие книги, технические и отчасти физические трактаты, не дали ничего или почти ничего. Да они и не могли дать многого еще и потому, что, когда они писались, уровень научных знаний был недостаточен для объяснения целого ряда

происходящих в машине явлений, объяснить которые можно было только в свете последующих открытий, сделанных незадолго до начала работы Уатта. Эти открытия оказались очень полезны Уатту, к тому же многие из них были сделаны в стенах глазгоуского университета.

Итак, трактаты по механике не разрешили недоумений молодого механика. Приходилось самому изыскивать ответ на ставший перед ним вопрос: в чем причина плохой работы машины? Этот ответ должна была дать сама машина в процессе своей работы, к которому нужно было присмотреться внимательнейшим образом и исследовать явления, с ним связанные.

Механик превращается в исследователя. В руках Уатта ньюкомэновская машина впервые становится предметом научного/ систематического исследования. Это одна из величайших заслуг Уатта и, во всяком случае, это первый и, может быть, важнейший шаг в его изобретательской работе, краеугольный камень воздвигнутого им здания. Вся сумма знаний была брошена на исследование данного конкретного случая, и именно не конечных результатов, а вызывающих их причин, выяснение самих процессов. В отношении общих законов Уатт ничего нового или почти ничего не открыл. Но он сумел применить и скомбинировать в нужной для данного случая форме то, что было открыто другими. Замечательное искусство экспериментатора позволило ему сделать это, получить при этом некоторые новые данные и заполнить кое-какие пробелы. Исследование привело к правильной и точной формулировке проблемы, практическое разрешение которой составило суть первого изобретения Уатта.

Проблема заключалась в следующем. Для наилучшей работы атмосферной машины Ньюкомэна необходимо было выполнять два условия: во-первых, для получения сильного разрежения под поршнем производить в цилиндре возможно более полную конденсацию пара, а для этого возможно сильнее *охлаждать* цилиндр; во-вторых, во избежание непроизводительных потерь пара впускать пар для последующего хода поршня из котла в *неохлажденный,* горячий цилиндр.

Эти два условия взаимно исключали друг друга.

Каким же способом достичь и конденсации пара и вместе с тем сохранить цилиндр в нагретом состоянии?

Производя конденсацию пара в отдельном от цилиндра, но сообщающемся с ним, резервуаре.

Отдельный от цилиндра конденсатор — вот в чем состояло изобретение Уатта, решившее проблему.

Путь Уатта к этому изобретению был путь исследования.

Может быть, были и другие пути. Может быть, какой-нибудь гениальный практик, исходя из чисто практических наблюдений и ставя чисто практические цели, перескочил бы через весь этот научно-исследовательский этап работы Уатта. Но в творческой работе Уатта исследование занимало большое место. Проследим же отдельные моменты этой работы.

Не вполне ясно, как мог Уатт притти к выводу, что расход пара в его модели значительно больше, нежели в настоящей большой машине. На это его, вероятно, натолкнул уже самый факт нехватки пара, хотя котел по своим размерам был вполне достаточен. Вероятно, также без каких-либо специальных исследований, можно было притти к выводу, в значительной мере правильному, что этот расход вызван более сильным охлаждением цилиндра в модели вследствие непропорционально большой поверхности маленького цилиндра по отношению к его объему. Это явление было недостатком модели. Другим ее недостатком было то обстоятельство, что «цилиндр модели, сделанный из латуни, проводил тепло гораздо лучше, нежели цилиндр больших машин, отлитый из чугуна (к тому же обычно изнутри покрытый накипью)». Эти наблюдения были сделаны, вероятно, на очень ранней стадии работы.

Характерно, что в начале своей работы Уатт как-будто вовсе не борется с этим непроизводительным расходом пара, он как бы мирится с ним и изыскивает средства, как бы его возместить. Надо придумать способ усилить образование пара. Робисон рассказал нам о попытках Уатта внести изменения в топку котла: «Он значительно улучшил котел, увеличив поверхность, охватываемую огнем. Он провел трубы через котел, он поместил топку в середине, окруженную со всех сторон водой».

Но, повидимому, и эти усовершенствования не дали хороших результатов. Задача оказывалась гораздо более сложной. Починка модели отступает на второй план, начинается работа исследователя.

Если в латунном цилиндре расходуется так много пара от быстрого охлаждения стенок, то нельзя ли сделать его из другого материала, «медленнее принимающего и отдающего тепло».

Уатт строит модель с деревянным цилиндром диаметром в 6 дюймов и ходом поршня в 12 дюймов, и производит с ней ряд опытов. «Но и в этом цилиндре тоже, оказывается, количество пара, конденсирующегося при наполнении его, все же пропорционально превосходило количество пара в больших машинах, если судить по данным Бэйтона».

Чтобы притти к этому выводу, Уатту, очевидно, пришлось до

этого проделать ряд опытов и измерений. Вероятно, он начал с повторения исследования Бэйтона, т. е. измерил количество воды, выкипевшей из котла в течение определенного числа ходов поршня, или, может быть, просто точно вымерил объем воды, выпущенной за это время из цилиндра. Вероятно, несоответствие с цифрами Бэйтона, а также и арифметическая ошибка Бэйтона побудили Уатта проверить его цифры и по существу, т. е. постараться каким-либо иным способом, независимо от работы машины, определить объем пара, получаемый на единицу объема воды. Уатту действительно принадлежит заслуга этого первого, более или менее точного определения. Он подробно описывает опыт, при помощи которого ему пришлось разрешить эту задачу. Способ был довольно грубый, но результат, как это было проверено более поздними исследованиями, оказался достаточно точным: один куб. дюйм воды давал около 1800 куб. дюймов пара температуры 121° Фаренгейта (100°Ц) при атмосферном давлении.

Это определение является, пожалуй, одним из основных моментов в работе Уатта. Точный учет парообразования раскрыл гораздо отчетливее многие явления. Только теперь можно было точно учесть расход пара.

Что пар расходуется непроизводительно от несвоевременной и бесполезной конденсации — было очевидно. Но надо было выяснить причины и размеры эти) потерь и, по возможности, устранить их. И Бэйтон, и Дезагилье не могли не предполагать потерь пара от охлаждения внутри цилиндра ньюкомэновской машины. Но, вероятно, они считали их настолько незначительными, что даже, как мы видели, при расчете потребления пара совершенно ими пренебрегали.

Зная количество выкипевшей воды, нетрудно было определить объемное количество пара, израсходованного на один ход поршня. Цифра получилась совершенно ошеломляющая: объем израсходованного пара составлял трех или четырехкратный объем цилиндра, — и это в машине с деревянным цилиндром, где было устранено остывание его стенок от наружного воздуха. Это было совершенно непонятно!

Непонятны были также и другие явления, хорошо известные на практике: высокая температура конденсационной воды и затем тот факт, что если впрыскивать в цилиндр слишком много воды, то машина работает с гораздо большей силой, может быть, несколько медленнее, но зато топлива пожирает массу; если впускать воды поменьше, то падает мощность машины, зато получается экономия на топливе. Практикам хорошо было известно это внутреннее противоречие, и они нашли выход из

него. Практика пошла по среднему пути. «Старые инженеры, — говорит Уатт, — поступали разумно, довольствуясь нагрузкой только в 6 или 7 фунтов на кв. дюйм площади поршня», т. е. не производя полного вакуума. Но едва ли кто-нибудь отдавал себе ясный отчет — почему вто так происходит.

Очевидно, при большом количестве воды, впрыскиваемом в цилиндр, получается лучшее разрежение. Но почему? Недаром Уатт был механиком глазгоуского университета. Как-раз учеными этого университета и были произведены исследования, давшие объяснение этому. Ведь профессор Кэллен произвел ряд опытов над температурой кипения воды при различных давлениях, и не кто иной, как Робисон был как-раз занят в это время аналогичными исследованиями над температурой кипения жидкостей в разреженном пространстве. Робисон исследовал кипение воды, спирта, смеси спирта с водой, смеси воды с серной кислотой. Об этих опытах рассказывал Блэк на своих лекциях. Работа Уатта непосредственно примыкала к этим исследованиям, а именно: он старался выяснить зависимость между температурой кипения и давлением как-раз в промежутке от вакуума до атмосферного давления. Уатт говорит, что он пришел к своим выводам в этой области чисто аналитическим путем: построив кривую точек кипения при давлении большем атмосферного; он продолжил ее и для давлений ниже атмосферного и пришел к выводу, что если температура изменяется в арифметической прогрессии, то давление изменяется в геометрической, Отсюда становилось ясным, почему для лучшей работы машины требуется впрыскивание большего количества холодной воды в цилиндр. Чем больше остужался цилиндр, тем большее разрежение там получалось, и температура охлаждения при этом играла значительную роль.

Чем ниже температура смеси воды, получившейся от конденсации пара и холодной воды, впрыснутой в цилиндр, тем ниже давление паров этой смеси, тем меньше, следовательно, сопротивление их атмосферному давлению на поршень.

«При более высокой температуре вода в цилиндре производила бы пар, который оказывал бы некоторое сопротивление давлению атмосферы», — писал Уатт.

Уатт не говорит, как он пришел к выводу, что и стенки цилиндра должны быть сильно охлаждены для хорошего вакуума. Но этот вывод напрашивался сам собой, ведь иначе же нельзя было достичь низкой температуры смеси.

Итак, впрыскивание большого количества холодной воды в цилиндр действительно являлось одним из необходимых условий хорошей работы машины. С этим фактом приходилось считаться.

Теперь он был доказан научно. «Всякое приближение к вакууму могло быть достигнуто только впрыскиванием большого количества воды», — говорит Уатт.

Но что было связано с такой усиленной инжекцией? «Эта сравнительно холодная вода оставалась на дне цилиндра, она должна была вытесняться паром. Поэтому нельзя было помешать пару приходить в соприкосновение с ней», — читаем мы в примечаниях Уатта.

Не трудно было догадаться, что от этого пар будет конденсироваться. В цилиндре ньюкомэновской машины как-раз получилось то, что еще Дезагилье считал одним из недостатков в машинах Сэвэри. Но этого мало.

«Так как самый цилиндр, — пишет Уатт, — охлаждался впрыснутой водой, то он должен был осаждать большое количество пара каждый раз, как он снова наполнялся им. Охлаждение увеличивало этот недостаток в четырехкратной или даже большей степени, так как проникновение тепла или холода в цилиндр происходило, как квадрат разностей температур между стенками сосуда и паром».

Высокая температура выходящей из цилиндра воды поражала Уатта. Это явление, впрочем, удивляло, как мы видели, не только его одного. Многим бросался в глаза столь высокий нагрев таким ничтожным, в сущности, количеством воды, превращенным в пар Уатт не мог себе объяснить этого явления, хотя про делал опыт для проверки его, и действительно «оказалось, что вода, превращенная в пар, может нагреть до 212° Фаренгейта (100° Ц) или до того, что он перестанет сгущать пар, колодезную воду в количестве шестикратного ее веса».

Профессор Блэк разъяснил его недоумение, рассказав ему об открытом им законе скрытой теплоты. Вероятно, сам Блэк был очень доволен опытом Уатта явившимся новым и очень ярким подтверждение) его теории.

Наблюдения над высокой температурой воды, выпускаемой из цилиндра, и исследование причин этого в сущности, не дали Уатту ничего нового для усовершенствования машины. Они только с особенной отчетливостью показали, какая ценная вещь пар, какое огромное количество тепла содержится в нем, а следовательно, и как много топлива уходит на его образование, как тщательно поэтому нужно беречь и экономить каждую его частицу.

В свете этих исследований, каким всепожирающим Молохом должна была представиться ему машина Ньюкомэна!

Недостатки машины были обусловлены не каким либо посторонним и более или менее легкоустранимым

обстоятельством, но они оказались органически связанными с машиной, входящими как необходимый и неотъемлемый элемент ее работы, даже больше, почти как основной принцип ее работы.

Что же надо сделать, чтобы устранить эти недостатки? В результате всех своих наблюдений, исследований, опытов Уатт пришел к выводу, что «для наилучшего использования пара» нужно выполнить два, взаимно исключающих условия: «во-первых, чтобы цилиндр все время поддерживался столь же горячим, как и поступающий в него пар; во-вторых, когда пар был осажден, то чтобы вода, из которой он состоял, и впрыснутая для охлаждения вода были охлаждены до температуры 100° Фаренгейта (37°Ц) или ниже».

Вот что надо было делать. Уатту было теперь ясно, почему нужно было соблюдать эти два условия. Но итог был все же печальный: работа, в сущности, завела его в тупик. Как поддерживать цилиндр горячим и в то же время охлаждать в нем воду?

Уатт бесплодно бился над этим вопросом несколько месяцев.

Решение неразрешимой на первый взгляд задачи пришло в голову Уатта неожиданно во время небольшой послеобеденной воскресной прогулки, которую он совершал по окраинам Глазгоу в апреле 1765 года. Никаких современных или близких по времени записей об этом событии ни от самого Уатта, ни от близких его друзей не дошло. Но тот ясный апрельский воскресный день на всю жизнь твердо остался в памяти изобретателя; уже в глубокой старости, пятьдесят два года спустя после события, он мог вспоминать о нем со всеми подробностями. Он рассказал свои воспоминания своему приятелю, некоему Роберту Гарту, глазгоускому купцу, интересовавшемуся и науками. И тот записал рассказ Уатта.

Решение задачи оказалось очень простым, столь простым, что покажется даже странным, как оно раньше не пришло в голову. Все было основано на самых элементарных и общеизвестных физических явлениях.

Вот что рассказал Уатт Гарту на его вопрос, помнит ли он, как у него возникла первая идея его великого изобретения:

— О да, отлично, — ответил Уатт. — Однажды в воскресенье после обеда я вышел немного погулять. Я прошел на глазгоуский луг через калитку в начале Чарлотстрит. Я прошел мимо старой прачечной и все время думал тогда о машине, но не успел я дойти до хижины, где находились пастухи, как мне в голову вдруг пришла мысль: так как пар есть упругое тело, то он будет расширяться и устремится в разреженное пространство, и это именно будет иметь место, если в отдельном сосуде произвести

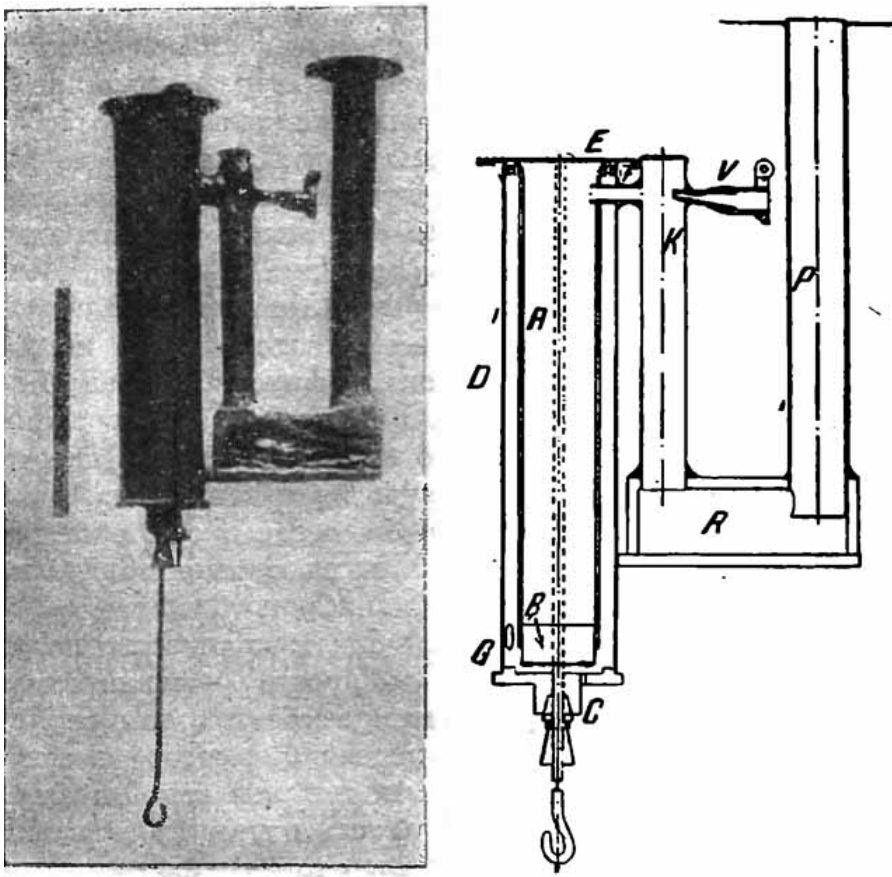
разрежение а затем сообщить с ним цилиндр машины. В этом сосуде пар можно будет сгущать, не охлаждая цилиндра. Затем мне пришло в голову, что мне нужно будет удалять воду от сгущения пара, а также и впущенную для охлаждения, если я применю впрыскивание воды, как в ньюкомэновской машине. Мне представилось два способа: или воду можно было бы спускать по трубе вниз, если бы этот спуск можно было сделать на глубину 35–36 футов, а воздух выкачивать небольшим насосом, или же сделать насос достаточно большим для выкачки и воды, и воздуха. Я не дошел и до беседки Гольфа, как все это было уже построено у меня в уме».

Поистине знаменательный воскресный апрельский день! Подобно прорвавшему плотину потоку, хлынули новые мысли и все новые и новые изменения в ньюкомэновской машине.

Они явились как необходимое следствие этого нового, только-что открытого принципа производить конденсацию пара не в рабочем цилиндре, а в отдельном резервуаре.

«В ньюкомэновской машине, — говорит Уатт, — непроницаемость поршня достигается наливанием поверх него слоя воды. Теперь этот способ был неприменим, так как если бы часть воды проникла в разреженный, но горячий цилиндр, то она закипела бы и этим самым воспрепятствовала образованию вакуума, а также она охладила бы цилиндр вследствие своего испарения при опускании поршня. В качестве средства против этого я предполагал применить воск, сало или какой-нибудь другой жир для смазки и прочного прилегания поршня. Далее мне пришло в голову, что так как один конец цилиндра открыт, то воздух, входящий в него и действующий на поршень, будет охлаждать цилиндр и при вторичном наполнении цилиндра паром конденсировать часть его. Я поэтому решил закрыть цилиндр плотной крышкой с отверстием в ней и сальником, через который скользил бы шток поршня, и пускать пар над поршнем, чтобы действовать на него вместо атмосферного воздуха. Пропускание штока поршня через сальник было новым в паровой машине, так как оно было не нужно в ньюкомэновской машине, ибо нерабочий конец цилиндра был открыт, а шток поршня имел квадратное сечение и очень неуклюж. Оставался еще источник расхода пара, а именно: охлаждение стенок цилиндра наружным воздухом, что вызывало бы внутреннюю конденсацию всякий раз, как пар входил в цилиндр, и эта конденсация повторялась бы при каждом ходе поршня. Этого я думал избегнуть при помощи наружного цилиндра, содержащего пар и окруженного Другим из дерева или какого-нибудь другого материала, который медленно пропускает тепло».

Все это пришло в голову «в несколько часов» в тот же день или, может быть, на другой день. Эти новые мысли совершенно захватили Уатта, он страшно торопился проверить их. Первая модель, даже не модель, а просто прибор для проверки их был сделан наскоро, в один или два дня, из материалов, которые попались под руку. Цилиндром послужила позаимствованная у приятеля (может быть, у Блэка) большая медная спринцовка, около 2 дюймов диаметром и около фута в длину. «Оба конца ее были закрыты оловянными пластинками, приделана трубка для подвода пара из котла к ее обеим концам, а, кроме того, от верхнего конца пар по трубке отводился в конденсатор. (Для простоты конструкции у Уатта в приборе рабочим движением поршня было движение вверх — *М. Л.*). Шток поршня был просверлен вдоль, и в нижнем конце устроен кран для выпуска воды, образовавшейся при первом впуске пара. Конденсатор состоял из двух трубок из тонкой жести, длиной в 10 или 12 дюймов и диаметром около 1/6 дюйма. Они были вставлены перпендикулярно и сообщались внизу с короткой горизонтальной трубкой большего диаметра, имеющей на верхней стороне отверстие, закрывающееся клапаном, который открывался наверх Эти трубки сверху также соединялись с другой трубкой, диаметром примерно в дюйм, которая служила для воздушного и водяного насосов. И эти трубки, и насос были помещены в небольшой сосуд, наполненный холодной водой. Эта конструкция конденсатора была применена из того соображения, что теплота проникает очень быстро через тонкие металлические пластинки и, полагая, что так как в него не будет впрыскиваться вода, то придется выкачивать только ту воду, которая образовалась от конденсации пара, и воздух, вошедший вместе с паром или просочившийся сквозь щели. Паропровод был соединен с небольшим котлом. Когда образовался пар, то он был пущен в цилиндр и скоро начал выходить через отверстие в штоке поршня и через клапан конденсатора. Когда можно было думать, что весь воздух вытеснен, то паровой кран был закрыт и шток поршня воздушного насоса вытянут, что вызвало разрежение в маленьких трубках конденсатора. Пар поступил в него и сконденсировался. Тотчас же поршень цилиндра поднялся и поднял груз около 18 фунтов, который был подвешен к нижнему концу штока. Выпускной кран был закрыт, пар снова пущен в цилиндр, и вся операция снова повторена. Количество израсходованного пара и груз, который он мог поднять, были записаны».



Одна из первых моделей Уатта, хранящаяся в Кенсингстонском музее в Лондоне (фотография и схема).

A — цилиндр; B — поршень; C — шток с крюком для подвешивания груза; D — наружный цилиндр (кожух); E и G — паровпускные отверстия; F — трубка, соединяющая цилиндр с конденсатором; K — конденсатор; P — насос; R — резервуар; V — клапан для выхода воздуха, вытесняемого паром; K, P, R — заполнены водой. Пар впускается через G в пространство между A и D и через E в цилиндр A. При небольшом подъеме поршня в цилиндре насоса P (поршень не изображен на рисунке) уровень воды в K понижается и пар из A переходит в K и тут осаждается. В A получается разрежение, и пар, находящийся между A и D, давит на поршень B и поднимает его вместе с подвешенным к нему грузом.

Все это, по словам Уатта, было сделано в один-два дня, и уже 29 апреля Уатт писал своему приятелю, доктору Джемсу Линду, в Эдинбург.

«Я определил следующие данные: количество получаемого пара, наибольшую мощность рычажной машины, количество пара,

поглощаемое холодом ее цилиндра, количество пара, конденсирующегося в моей машине, и полагаю, что, если тут нет какой-нибудь ловушки, то моя машина должна подымать воду на 44 фута с тем же количеством пара, с каким их машина (т. е. обыкновенная машина Ньюкомэна. — *М. Л.*) поднимает на 32 фута, это я смогу вполне показать».

Вся эта работа была произведена действительно очень быстро, за время случайной двухнедельной отлучки Робисона. Когда весной 1765 года он уезжал на каникулы в деревню, Уатт еще бился над решением проблемы, а когда через две недели Робисон вернулся в город и зашел поговорить со своим приятелем Джеми о пришедших ему в голову соображениях насчет паровой машины, Уатт встретил его очень сурово; «Не путайся, парень, не в свое дело», — вот что услышал Робисон от своего друга, который вообще держал себя очень странно и, как это заметил Робисон, подтолкнул под стол какой-то жестяной предмет, как-будто желая его скрыть от любопытствующих взглядов непрошенного гостя.

Бедный Робисон! Он все время до сих пор помогал Уатту, разыскивая для него литературу, может быть, помогал ему и в подсчетах, а теперь он оказался за флагом: его даже не посвятили в тайну только-что сделанного открытия. О нем Робисон узнал из третьих рук, от одного общего знакомого, который рассказал о новой выдумке Джеми. Только из его слов Робисон понял, что Уатт придумал отдельный резервуар для осаждения пара, погруженный в холодную воду с насосом для откачки, что он никак не может добиться плотного прилегания поршня и что вместо атмосферного давления в его приборе действует пар.

Робисон увидел Уатта только в середине зимы, и тот подробно рассказал ему тогда о своем изобретении, правда, как сознается Робисон, не показав ему при этом ни одного прибора. Впрочем, это обстоятельство не помешало их дальнейшей дружбе.

Новая идея теперь всецело захватила Уатта. «Я не могу думать ни о чем другом», — писал он.

Но сейчас только начинался долгий и тяжелый путь практического осуществления идеи. Изобретателя ожидали трудности, перед которыми все предыдущие затруднения были сущими пустяками. Преодолеет ли их Уатт? Хватит ли у него сил для этого?

Он встретит людей талантливых и сильных, более сильных и более верящих в его звезду, чем он сам, а главное, ясно увидевших великое будущее его изобретения и жадно схватившихся за это будущее.

Доктор Рэбэк

Их познакомил летом 1765 года доктор Блэк — Джемса Уатта, механика глазгоуского университета, и доктора Рэбэка.

Доктор Рэбэк… Кто не знал его в Эдинбурге, Глазгоу, да и во всей низовой Шотландии. А в деловых кругах его знали далеко за пределами Шотландии и даже Великобритании. Доктор Рэбэк — самый предприимчивый человек Шотландии и, пожалуй единственный человек во всей стране, который мог быть глубоко заинтересован в изобретении Уатта Доктор Рэбэк «обладал немалыми знаниями по механике и немалой долей изобретательности и имел все данные, чтобы хорошо оценить таланты мистера Уатта», — думал Блэк, знакомя их. «У доктора Рэбэка был большой опыт в применении обыкновенных паровых машин».

Кто же он, этот доктор Рэбэк?

Он прежде всего не доктор. Он был когда-то, лет двадцать пять назад, врачом, а теперь он богатый фабрикант, владелец крупнейших в Шотландии заводов. Он лет на восемнадцать старше Уатта. Родился он в Шеффильде в 1718 году, где отец его занимался торговлей и имел мастерскую ножевого товара, тех самых блестящих ножей и ножниц, которые прославили Шеффильд на весь мир и отправили в могилу в самом цветущем возрасте не один десяток тысяч рабочих шлифовальщиков. Рэбэк учился на медицинском факультете в Эдинбурге и Лейдене, а потом практиковал в качестве врача в Бирмингаме. На досуге он занимался химией и открыл новый способ рафинировки золота и серебра, дающий большую экономию. Вместе с одним из бирмингамских дельцов, Сэмуелем Гербэтом, он устроил большую лабораторию и поставил производство в коммерческом масштабе.

Рэбэку посчастливилось сделать еще одно открытие, сулящее крупный доход, а именно — способ выработки серной кислоты в свинцовых камерах. Способ этот был в четыре раза дешевле прежних методов производства кислоты в стеклянной посуде.

Рэбэк явился основателем шотландской химической промышленности. Компаньоны устроили в 1749 году химический завод в Престонпансе, около Эдинбурга. Место было выбрано очень удачно. В шотландской промышленности одной из важнейших отраслей производства являлась выделка полотна. Вывоз его рос с каждым годом: в 1728 году было вывезено два миллиона ярдов, в 1 760 году — свыше одиннадцати миллионов ярдов. Отбелка полотна представляла собой очень важную задачу.

Для беления нужны были химические товары. Сбыт для заводов в Престонпансе был обеспечен. Дело давало большие прибыли.

Рэбэк скоро открыл гончарный завод, и это дело пошло блестяще. Но Рэбэку этого было мало.

1 января 1760 года запылала первая доменная печь первого металлургического завода в Шотландии на реке Каррон. Рэбэк положил начало шотландской металлургической промышленности; до этого были попытки построить заводы в лесистых местностях горной Шотландии, но они были неудачны.

Карроновский завод был одним из первых по времени крупных предприятий нового, тогда как-раз зарождавшегося, капиталистического типа. Предприятие выросло на совершенно новой почве в противоположность мануфактурам, выкристаллизовавшимся в исторически сложившихся тех или иных промышленных районах. Оно было основано и организовано в результате сознательного планирования. Уже при самом выборе места был учтен целый ряд экономических и технических моментов. Поблизости была руда известняк, уголь. Европейские рынки были соединены с предприятием удобным транспортом. Недалеко был и западный берег Шотландии с растущим торговым центром Глазгоу. По морю удобен был и подвоз сырья: например, в конце XVIII века привозилось до двадцати тысяч тонн в год железных руд из Кумбэрланда.

На заводе сначала было две домны. Семь лет спустя построили еще две. В 1788 году в Шотландии было всего восемь домен, из них четыре в Карроне. Карроновский завод заимствовал свою технику производства у знаменитых заводчиков Дэрби из Колбрукдэля, изобретателей выплавки чугуна на коксе — основателей новой английской металлургии. Из Колбрукдэля удалось переманить искусных мастеров и рабочих.

Карроновский завод также повел выплавку чугуна на коксе, что было в то время еще новинкой и обращало на себя внимание современников. «На нашем пути сюда, — записал один путешественник по Шотландии в семидесятых годах XVIII века, — мы посетили работающий полным ходом железный завод, где вместо дерева применяется уголь, который они умеют очищать таким образом, что он освобождается от серы».

На Карроновском заводе были применены последние достижения техники. Знаменитый инженер Смитон сконструировал около 1768 года впервые здесь воздуходувные цилиндры из чугуна для печей. Несколько позже он же построил станок для расточки больших цилиндров для атмосферных машин. Завод выпускал чугунное литье, части для огненных машин, но славу его составили изготовляемые им чугунные

пушки. Они отливались из цельного куска и высверливались при помощи большого сверлильного станка, приводимого в движение водяным колесом, на которое целиком был направлен весь поток Каррон. Кажется, не было страны в Европе, куда бы ни вывозились эти пушки, знаменитые «карронады».

Основатели вложили в Карронавский завод капитал в 12 тыс. фунтов стерлингов, разделенный на двадцать четыре пая. Из них Рэбэк и Гербэт взяли по шести паев, а остальные двенадцать были поделены между тремя братьями Рэбэка и шотландским капиталистом Уильямом Кадуэлем с сыном. В 1765 году половину пая взял молодой зять Гербэта, Гаскойн. Гаскойн недолго после этого проработал на Карроновском заводе: он уехал в далекую Россию строить пушечные заводы.

Когда через тринадцать лет после основания завода в 1773 году товарищество было превращено в акционерное предприятие, то капитал был определен в 150 тыс. фунтов стерлингов, т. е. в двенадцать с половиной раз больше первоначального. Уже по одному этому можно судить, как выросло это предприятие. Правда, в это время Рэбэк уже не принимал в нем участия. Успех предприятия в большой степени зависел от предприимчивости и таланта Рэбэка.

В середине шестидесятых годов Рэбэк взял в долгосрочную аренду угольные копи у одного из крупнейших шотландских магнатов, герцога Гамильтона. Это было его личное предприятие. Уголь должен был найти готовый сбыт в Карроне, а завод, таким образом, был лучше обеспечен топливом. Но на этом деле Рэбэк потерпел крушение.

Разработка угольных копей считалась одним из очень доходных, но зато и самых рискованных видов предприятий.

Экономические памфлеты XVII и XVIII веков полны рассказов и рассуждений на тему: «Как многие углепромышленники растратили на копях огромные состояния и умерли нищими». «Как предприниматели, вооруженные последними техническими знаниями и средствами, а многие и редкими машинами, до тех пор неведомыми, как например, бурением при помощи железных прутьев для проверки глубины и толщи пластов угля, редкими машинами для откачки воды из шахты, тележками, которые везет одна лошадь, для подвозки угля к пристани на реке», — как такие предприниматели, из которых иные вложили до 30 тыс. фунтов стерлингов, «в конце-концов уезжали домой верхом на лошади без всякой поклажи».

Знания и опыт покупались очень дорогой ценой.

И Рэбэк споткнулся на том же, на чем споткнулись до него не один десяток, а то и сотня углепромышленников — на воде, на

выкачке ее из шахт. Но это случилось несколько лет спустя, а сейчас Рэбэк находился в полном расцвете своих сил, в разгаре своей предпринимательской деятельности широкого размаха, уверенный в дальнейшем блестящем расцвете своего дела. Недаром он и приобрел себе недалеко от своих угольных копей в Борроустоннесе княжескую усадьбу — Киннэль-Хаус, — «старинный замок герцога Гамильтона, красиво расположенный недалеко от берега моря и окруженный рощами, которые оглашаются звонким пением птиц и нежным воркованием лесных голубей» — как описывал эту резиденцию один из современников.

Конечно, такой человек, как Рэбэк, мог быть очень полезен Уатту. Где же в Шотландии, как не на Карроновском заводе, можно было построить его машину?

Но и Уатт со своими оригинальными идеями и со своими усовершенствованиями огненного насоса мог быть интересен для Рэбэка хотя бы уже по одному тому, что справляться с подземными водами в Борроустоннесе было так же трудно, как и на любой другой угольной шахте. Однако, изобретение Уатта было пока еще настолько незрелым, что даже предприимчивый и не лишенный некоторого авантюризма Рэбэк пока что не строил себе никаких широких деловых перспектив. Какого-либо формального соглашения между ними не было заключено, но, вероятно. Рэбэк обещал Уатту помощь и поддержку.

Он внимательно стал следить за работой Уатта, и завязавшаяся между ними переписка служит драгоценнейшим материалом для истории уаттовского изобретения.

В течение лета 1765 года Уатт сделал некоторые исправления и добавления в своем маленьком приборе, усовершенствовал некоторые детали. Весьма вероятно, что он сделал второй экземпляр прибора приблизительно таких же размеров, как и его первая модель. Дело в том, что в Кенсингстонском музее в Лондоне в числе хранящихся инструментов, приборов и машин Уатта имеется небольшой приборчик, который близко совпадает с описанной Уаттом его первой конструкцией. С ним ли, или с первой моделью производил свои опыты Уатт, не так уж важно, гораздо важнее, что он уже сейчас, на первых порах, встретил некоторые из тех затруднений, которые будут преследовать его в течение многих лет, поставят под вопрос самую осуществимость его изобретения. Уже сейчас трудно было добиться достаточно плотного прилегания поршня к стенкам цилиндра. Жалобы на это мы встречаем в первом же из сохранившихся писем Уатта к Рэбэку.

«Я испытал свою новую машину, — пишет Уатт 23 августа

1765 года, — и получил хорошие результаты, хотя из-за плохого качества материалов я не смог добиться полной непроницаемости воздуха, однако, немедленно после открытия выпускного крана поршень без нагрузки поднялся с такой скоростью, как удар молотка, а, будучи нагружен 18 фунтами, т. е. по 7 фунтов на кв. дюйм, с такой скоростью, как если бы впрыскивалась обычным способом вода».

Таким образом конденсатор действовал хорошо.

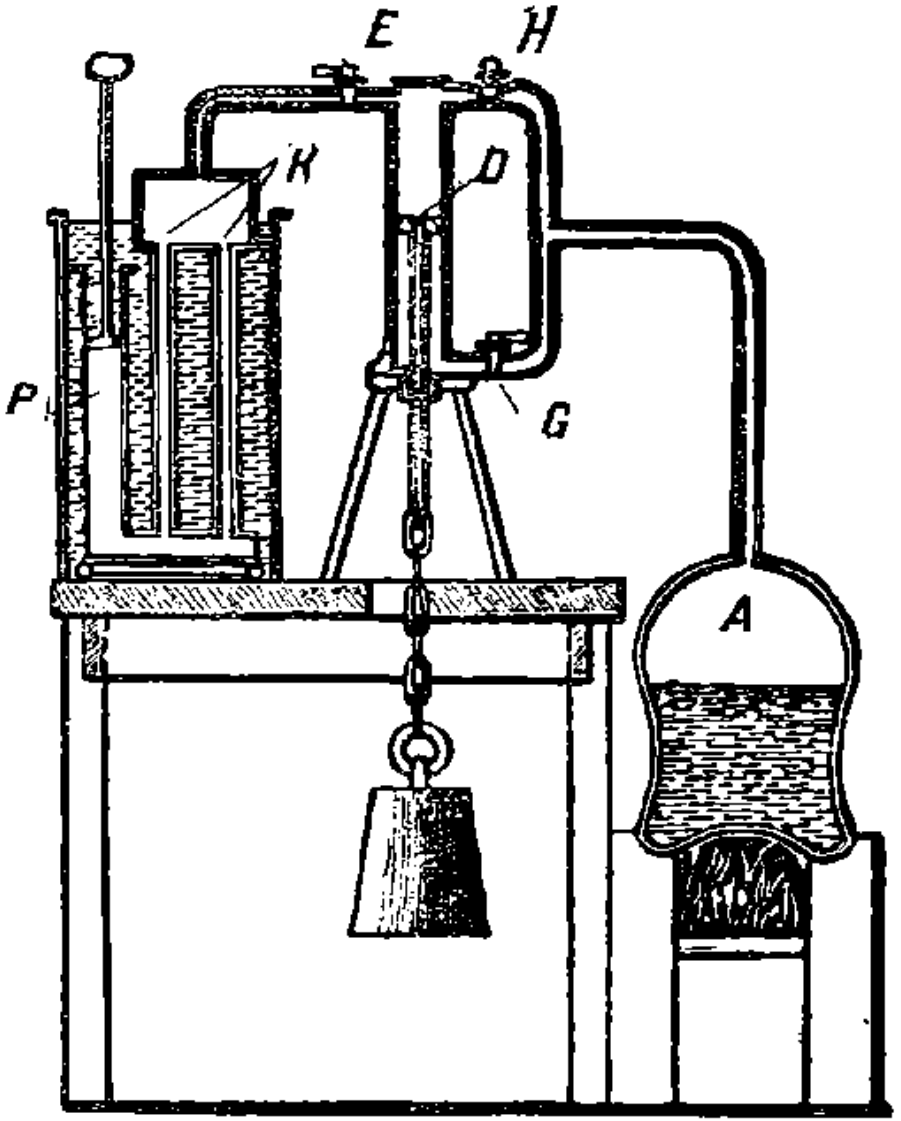


Схема действия первых уаттовских моделей с конденсатором.

При небольшом подъеме поршня в насосе P пар из верхней части цилиндра над поршнем D устремляется (кран E открыт) в

конденсатор K, где и сгущается. Над D образуется вакуум (разрежение). Пар, поступающий из котла A (кран C открыт, кран H закрыт), производит давление (вместо атмосферного воздуха) на поршень D, поднимая его.

«На основании этого, — продолжает дальше Уатт, — я начал делать более крупную и более совершенную модель, так как теперь я почти не сомневаюсь, что она будет работать вполне удовлетворительно».

Пока еще главное внимание Уатта обращено не столько на механическую сторону машины, сколько на происходящие в ней тепловые процессы. Он рассказывает Рэбэку о ряде произведенных им опытов и о своих выводах, что «пропорционально тому, как увеличивается явная теплота пара, его скрытая теплота уменьшается».

Совершенно устранить потери пара — вот цель, поставленная Уаттом.

«Я ожидаю почти совершенно устранить потери пара и, таким образом, довести машину до совершенства», — писал Уатт своему другу доктору Линду 4 сентября 1765 года.

Как видно, в общем, маленькая модель действовала настолько удовлетворительно, что Уатт, одновременно с опытами над ней, строил другую модель значительно большего размера.

«Я продвигаюсь вперед с моделью машины с наивозможной быстротой», — писал Уатт Рэбэку. Тот с нетерпением ждал присылки обещанной Уаттом большой модели. «Двигайте ее возможно скорее вперед», — писал ему Рэбэк. Но Уатт вместо присылки модели бомбардировал Рэбэка письмами, в которых рассказывал о всевозможных изменениях, вносимых им в прибор, о своих неудачах и препятствиях, которые ему удалось преодолеть.

Большая модель вскоре была готова. Она была примерно в два или три раза больше первой. Согласно позднейшим пометкам, сделанным Уаттом на своих письмах (около 1808 года он собирался писать книгу о паровой машине и приводил в порядок свой архив), диаметр ее цилиндра был равен 5 или 6 дюймам, ход поршня — 2 фута. «Внутренний цилиндр, был сделан из меди» в высшей степени примитивно, из согнутого в трубку медного листа, «не высверлен, но выкован» Это был единственный способ, которым мог изготовить его Уатт, так как у него не было никаких приспособлений для расточки более или менее крупных цилиндров. Вполне естественно, что цилиндр «был не очень точен». «Он был заключен в деревянный паровой кожух и поставлен в обратном положении (т. е. рабочим, закрытым,

концом вверх, а не вниз, как в ньюкомэновской машине. — *М. Л.*); поршень работал через отверстие в нижнем днище парового резервуара».

Модель вначале не оправдала ожиданий Уатта.

«Я произвел испытания моей машины, — писал он Рэбэку, — она не совсем соответствовала моим ожиданиям, но в ней нет таких недостатков, которых, я думаю, я не смог бы устранить. Главным, я полагаю, единственным недостатком является неплотность прилегания поршня, но я думаю, что уже нашел средство против этого. Как бы то ни было, потребление ею пара, я уверен, будет чрезвычайно мало, а конденсация будет происходить достаточно быстро».

При постройке этой машины в еще большей степени выступило то же затруднение, что и при изготовлении первой модели — неплотное прилегание поршня. Над этим приходилось теперь очень серьезно задуматься.

Вопросы физического порядка тоже интересовали Уатта при испытаниях этой модели. Он пишет о наивыгоднейшем давлении, о температуре пара и т. д.

Уатт думал и об усовершенствованиях в котле, имеющих целью сбережение топлива. Он описывает Рэбэку работу котла «черепаховой формы, колосники которого сделаны из полых труб, наполненных водой, который при сжигании 4 фунтов угля превращает в пар 25 фунтов воды в 44 минуты от начала кипения воды, а иногда и скорее».

Для испытания этой машины Уатт подвешивал груз не непосредственно к поршню, а шток поршня был соединен с рычагом, один конец которого был закреплен, а другой уравновешен грузом. Такое приспособление было необходимо, так как модель была уже настолько велика, что при непосредственном подвешивании Уатту пришлось бы возиться с пятипудовыми гирями. Результаты опытов с этой большой моделью оказались настолько удовлетворительными, что Уатт наконец решился приступить к постройке большой машины.

В ноябре 1765 года он посылает Рэбэку детальные чертежи и описания поршня и цилиндра, который нужно отлить на Карроновском заводе. Длина цилиндра 7 футов, диаметр 24 дюйма. «Его следует сделать возможно более круглым и сколь возможно одинаковой ширины во всех направлениях».

Трудно сказать, какой вид должна была иметь эта машина. Если судить по чертежам, вернее, эскизам Уатта, которые он сам впоследствии относил к этому времени (1765–1766 гг.), то в самой конструкции машины он вводил смелое новшество. Он совершенно отбрасывал коромысло — эту неотъемлемую часть

ньюкомэновской машины, так что поршень насоса непосредственно был соединен со штоком поршня машины. Цилиндр был поставлен в перевернутом положении, т… рабочим движением поршня было движение вверх. Одним словом, тут в большом масштабе должна была быть осуществлена та же конструкция, которая, простоты ради, была применена в его первой модели. Впоследствии он осудил эту конструкцию, как нелепую фантазию неопытного инженера.

«В то время он имел, по его словам, пристрастие к перевернутому положению цилиндра и к другим изменениям его собственного изобретения, которые соблазняли его вследствие его неопытности в механической практике в большом масштабе».

Эта конструкция, действительно, была не осуществима в первых машинах Уатта, да еще и многие десятки лет спустя качались громоздкие коромысла паровых машин, но как-раз именно этой конструкции — машине без балансира — принадлежало будущее.

Для большой машины надо было внести изменения и в изобретенном им холодильнике. Вместо трубчатого холодильника Уатт придумал пластинчатый холодильник, в котором пар охлаждался в ряде очень плоских — в виде пластинок — тонкостенных резервуаров. Эта система оказалась гораздо проще, ибо для того, чтобы получить ту же поверхность охлаждения для большой машины, нужно было устроить холодильник чуть ли не с несколькими сотнями тонких трубок. То, что было осуществимо технически для маленькой модели, оказалось совершенно непригодным, слишком трудным для изготовления в больших масштабах.

Может быть, толчком к изменению конструкции послужило чисто внешнее обстоятельство. Как-раз в декабре 1765 года умер тот жестяных дел мастер, который паял для Уатта его холодильники. Уатт был в большом затруднении, где ему найти другого такого искусника. Кто теперь будет паять ему из жести бесконечное число трубок? Примитивная техника, даже в мелочах, всюду ставила ему рогатки. Характерно, что Уатт почти ни одной из них не смог устранить собственными силами.

Первая попытка воплотить в большом масштабе свое изобретение кончилась полной неудачей: Карроновский завод не справился с задачей, и отлитый там Цилиндр никуда не годился. И это не было случайностью. Дело было не в небрежности работы или в неопытности мастеров; Карроновский завод до этого изготовил не один десяток цилиндров для ньюкомэновских машин, вполне для них годных. Вместе с заводом Дэрби в Колбрукдэле Карроновский завод был единственным

поставщиком этих цилиндров на всю Англию и даже за границу.

Знаменитый Смитон несколько позже (в 1769 г.) сконструировал даже специальный станок для расточки внутренней поверхности цилиндра, благодаря которому изделия Карроновского завода, по мнению современников, отличались особенно высокими качествами. Но когда Уатт заказывал свой цилиндр, этого станка еще не было. Прежние методы работы, годившиеся для ньюкомэновской машины, уже не годились для уаттовской. И хотя оборудование завода являлось тогда последним словом техники, оно уже было недостаточно для постройки машины Уатта даже в самой примитивной ее форме.

Когда Уатт получил из Каррона заказанный там цилиндр, оказавшийся недостаточно точным, то он был, вероятно, крайне неприятно поражен. Но как реагировал он на эту неудачу в качестве механика-изобретателя? Причину неудачи он очень хорошо знал: станок, растачивающий цилиндр, был недостаточно точен. Но Уатт не приложил никаких усилий, чтобы устранить эту причину. Вполне естественно было бы направить всю энергию и весь свой изобретательский талант на преодоление этого препятствия, на усовершенствование оборудования, но Уатт решительно ничего в этом направлении не придумал и не сделал, а между тем техника производства имела решающее значение для судьбы его изобретения.

Сфера производства оказалась ему чужда, она всегда останется ему чужда. Он будет строить свои машины при помощи тех средств, которые ему будет давать современная техника, но сам он не будет вносить никаких усовершенствований в нее, за него это сделают другие. На Карроновском заводе этого не сделали.

Тот же Рэбэк или Гаскойн посмотрели очень равнодушно на плохое выполнение поставленной им задачи. Да это и понятно: что за беда, если завод не может точить цилиндры для уаттовской машины, ведь еще большой вопрос, как в дальнейшем пойдет дело с этими машинами. Одну-две штуки можно будет как-нибудь сделать, а придумывать еще специальное оборудование для постройки их, пожалуй, преждевременно. Так, вероятно, рассуждали на заводе.

Рэбэк пока еще присматривался к Уатту и, повидимому, никаких денег затрачивать на его фантазии еще не собирался: никакого соглашения с Уаттом пока не было заключено, и большой еще вопрос, помогал ли уже тогда Рэбэк Уатту деньгами, как рассчитывал на это доктор Блэк, знакомя своего друга с ловким заводчиком.

С весны 1766 года занятия Уатта паровой машиной внезапно

обрываются на целых полтора года. Неудача с большим цилиндром, несомненно, сыграла тут свою роль. Постройка большой машины оказалась делом несравненно более трудным, чем можно было ожидать: она требовала денег, и больших денег, а их У самого Уатта теперь едва ли было больше, чем в первые годы его пребывания в Глазгоу. Если он сейчас и зарабатывал больше, чем тогда, то зато возросли и расходы: у него была семья — жена, двое детей.

После смерти его компаньона Крэга в 1765 году мастерская и лавка геодезических инструментов едва ли давали доход: сам Уатт коммерческими талантами не отличался. Повидимому, около этого времени он ликвидирует свое маленькое предприятие, — после 1765 года не сохранилось никаких деловых записей, относящихся к нему.

Казалось, гораздо выгоднее использовать свое знание геодезии и умение обращаться с геодезическими инструментами непосредственно на практике. Работа Уатта над паровой машиной также дала ему много знаний, из которых можно было попытаться извлечь и материальные выгоды. Летом 1766 года Уатт в компании с некиим Мак-Гилем открывает контору, как геодезист и инженер.

Вероятно только теперь, после знакомства с Рэбэком и неоднократных посещений Карроновского завода, Уатт ознакомился впервые с работой больших атмосферных машин. Осенью 1765 года он подробно исследовал работу ньюкомэновской машины на угольных копях, принадлежащих Рэбэку в Боустоне, рассчитал расход пара на каждый ход поршня и послал подробный отчет Рэбэку. Это было, возможно, первым его исследованием паровой машины в натуре.

«То, что я знал тогда (в декабре 1765 г.) о паровых машинах, — писал он года через два одному из своих приятелей, — является сущими пустяками по сравнению с тем, что я знаю сейчас».

Но уже через год Уатт вместе со своим компаньоном предложили Карроновскому заводу спроектировать машину нового типа. Был ли выполнен этот заказ и хорошо ли — мы не знаем, но другие заказчики, имевшие неосторожность заказать Уатту огненную машину, жаловались на плохую работу, да и сам Уатт впоследствии признавал, что он в то время имея еще «очень мало опыта в постройке больших машин хотя и построил их несколько штук самого обычного типа».

Работа эта носила очень случайный характер. Го раздо удачнее и постояннее в отношении заработка была работа геодезиста.

Дело это было сравнительно новым в Шотландии, профессия редкой. И в Англии хорошие геодезисты, обыкновенно бывшие вместе с тем и очень крупными инженерами-строителями, были наперечет. Таковы, например, Смитон или Бриндли, имена которых гремели по всей стране.

А между тем спрос на геодезические работы в Шотландии возрастал с каждым годом в связи с общим экономическим подъемом страны. Глазгоусцы хотят расширить свой порт, но в особенности начинает развиваться строительство каналов. Уже в конце XVII века создавались проекты соединения западного и восточного побережий Шотландии при помощи канала. Этот проект сквозного канала между заливом Клайд и заливом Форд теперь снова оживает.

В 1768 году образовалась компания для осуществления этого проекта, но дело рухнуло вследствие наступившего кризиса. Канал все же в конце-концов прорыли, но строили его двадцать два года. В 1760 году при помощи Монклэндского канала предполагают облегчить вывоз угля из богатых залежей в районе Аирдрай и Котбридже, так как возрастающая железоделательная промышленность Шотландии требовала больших масс этого топлива. Наконец, в северной Шотландии, по ее горной части, по целой цепи озер хотят прорыть сквозной Каледонийский канал. Государство субсидировало это предприятие, рассчитывая благодаря ему поднять земледелие и вообще все хозяйство мало культурной горной области и приостановить эмиграцию горцев.

Уатт принял большое участие во всех этих работах. В течение почти десяти лет геодезические работы были его основной профессией и главным источником заработка.

Первой его работой в этой области была съемка трассы небольшого канала для Карроновского завода. В связи с этим делом он в марте 1767 года побывал в Лондоне, где ему нужно было добиться от парламента разрешения на постройку этого канала. Уатт оказался плохим дипломатом, и в парламенте проект был провален — не удалось сговориться с землевладельцами, да к тому же трассу не одобрил такой авторитет, как Смитон. Виноватым в этой неудаче был, конечно, не Уатт, а английский парламент. «Я никогда не видел, — писал Уатт своей жене, — такого количества собранных в одном месте отовсюду бестолковых людей; правильно говорит Мак (вероятно, его компаньон. — *М. Л.*), я уверен, что чорт наложил на них свою лапу».

На обратном пути из Лондона Уатт внимательно осмотрел крупнейшее гидротехническое сооружение в Англии — канал Бриджуотера; это теперь интересовало его уже с чисто

профессиональной точки зрения.

«Наконец-то я снова буду дома и, бог даст, на некоторое время, — писал Уатт в январе 1768 года доктору Линду, — я хочу попробовать сделать кое-что, на что вы, я уверен, с удовольствием посмотрели бы (pérpetuum mobile, волшебный элексир и др. подобные вещи). Серьезно, вы бы доставили мне большое удовольствие, если бы провели несколько недель у меня».

Действительно, зимой 1767–1768 года Уатту выдалось свободное от геодезических работ время, но, конечно, его досуг был заполнен не изысканиями философского элексира или постройкой перпетуум-мобиле, а все та же паровая машина снова начала занимать его. Он работает тогда над «паровым колесом», т. е. ротационной машиной, над которой он задумывался и раньше. Главное внимание обращено Уаттом на усовершенствование атмосферной машины. Был, повидимому, и внешний толчок к возобновлению этих занятий; недаром прошлогодней весной во время поездки в Лондон Уатт проездом побывал в Бирмингаме и под величайшим секретом рассказал доктору Дарвину о своем изобретении. Не сдержал ли доктор свое слово, или же сам Уатт тогда же рассказал об этом еще кое-кому в Бирмингаме и в том числе доктору Смоллу, другу и компаньону знаменитого заводчика Болтона, но, как бы то ни было, изобретением Уатта в Бирмингаме очень заинтересовались. Несколько дней спустя, после отправки письма Линду, Уатт получил из Бирмингама письмо: «У меня нет никаких сомнений в вашем успехе, — писал Смолл Уатту, — а также в том, что вы приобретете богатство, если поведете дело надлежащим образом; вы тогда будете во всем этом деле единственным владельцем даже после того, как истечет срок вашего патента… Я не уверен, возможно ли будет заключить договоры о соучастии относительно парового колеса отдельно и поршневой машины тоже отдельно без того, чтобы они не затрагивали друг друга. Если это было бы возможно, то Болтон и я желали бы вступить с вами в соглашение как относительно того, так и другого изобретения, но при условии, что вы будете жить здесь».

Так мог писать только человек, хорошо бывший в курсе дела. В беседе ли или в предыдущей переписке, но Уатт, повидимому, уже до этого всесторонне обсуждал со своими новыми друзьями вопрос о своем изобретении. Уже поговаривали о возможных успехах изобретения и о патенте, и, вероятно, об участии в нем бирмингамцев. Новые друзья постарались открыть Уатту очень широкие горизонты.

Приблизительно около этого времени, зимой 1767–1768 года,

Уатт заключает формальное соглашение в Рэбэком. Очень может быть, что это соглашение стоит в связи с переговорами Уатта с Болтоном. Это была продажа изобретения за «чечевичную похлебку».

Когда лет через шесть, в 1773 году, расторгали этот договор, то Уатт так формулировал взаимные обязательства:

«Доктор Рэбэк должен уплатить долг в 1000 фунтов стерлингов, сделанный до соглашения с означенным Джемсом Уаттом на производство опытов, относящихся к изобретению машины, а, кроме того, уплатить расходы по приобретению патента и на опыты. Джемс Уатт должен был ввести эти опыты, и он предоставлял доктору две трети права собственности на означенное изобретение, удерживая одну треть в свою собственную пользу».

На деле, как мы увидим, Рэбэк не оказал почти никакой помощи Уатту, но в данный момент Уатт мог почувствовать за собой сильную поддержку. Имело смысл снова заняться своим изобретением.

Уатт работает и над «паровым колесом», т. е. ротационным двигателем, которое думает скоро закончить, и над моделью поршневой машины. «Колеса» он так никогда и не закончил, а над моделью провозился несколько месяцев и только в середине апреля мог приступить к опытам над ней. Модель была значительно больше всех предыдущих. Цилиндр ее был 7½ дюймов, диаметром в 12 дюймов в высоту. На этот раз он был сделан из олова. Главную трудность опять представлял поршень, но все же после долгого прискабливания его удалось хорошо пригнать. Цилиндр был помещен в паровую рубашку, а поршень действовал при помощи давления пара. Уатт сначала совершенно не обращал внимания на механическую сторону конструкции. Его главным образом интересовало, как конденсируется пар и какой вакуум получается в цилиндре. При испытаниях случилось небольшое несчастье, вскоре, впрочем, исправленное: ртуть из вакуумметра попала в цилиндр и повредила его. Уатт внес усовершенствования в насос для выкачки конденсационной воды; вместо простого насоса он поставил двойной и два конденсатора. Во избежание повторения поломок Уатт стал измерять вакуум уже не при помощи барометра, а измеряя усилие, которое требовалось, чтобы поднять поршень насоса для выкачки воды. Полезное давление атмосферы, на основании этих измерений, составляло около 13¼ фунтов на кв. дюйм. Опыты эти с полной убедительностью показали «два чрезвычайно важных факта, — писал Уатт Рэбэку 28 апреля 1768 года, — совершенство вакуума и внезапность конденсации». Но самым важным было определить

количество расходуемого пара.

«Я не успокоюсь, пока не узнаю точное количество потребляемого пара, хотя, на основании целого ряда фактов, я думаю, что оно оправдает наши надежды. Во всяком случае, вакуум хорош и образуется внезапно, и расход пара, несомненно, наименьший, какой только возможен», — писал Уатт через две недели Рэбэку, а еще две недели спустя он смог сообщить ему и окончательные результаты.

«Сегодня я испытывал снова машину с двойным конденсатором. Вакуум, как и прежде, равен 14 фунтам на кв. дюйм и образуется быстрее, хотя новый аппарат не вполне непроницаем для воздуха… Я нашел, что машина легко может сделать 20 ходов в минуту… Я наполнил котел до известного уровня, довел его до кипения и продолжал это кипение в течение часа. За это время расход пара составил 300 куб. дюймов. Я повторил этот опыт и получил приблизительно тот же результат. 300: 60 дает 5 куб. дюймов в минуту, или на один ход поршня приходится ¼ куб. дюйма. Далее — диаметр цилиндра 7½ дюйма; если возвести в квадрат, получаем 56, отнять ¼, чтобы получить квадратные дюймы, имеем 42, умножив их на 12, получаем 504 куб. дюйма, т. е. около 1/3,5 части куб. фута. На этот объем потреблялось только ¼ куб. дюйма пара… Таким образом, я с полной уверенностью могу сказать, что один куб. фут объема цилиндра будет требовать превращения в пар только одного куб. дюйма воды. Я даже думаю, что в больших машинах с сильным котлом и горячим паром половина этого количества будет достаточна»[5].

Результаты эти вполне удовлетворили Уатта. Они удовлетворили и Рэбэка. Пора было позаботиться об охране изобретения, запатентовать его. Это была довольно хлопотливая процедура: надо было ехать в Лондон.

«9 августа 1768 года. Принес присягу и подал заявку на патент», — записал Уатт в своем дневнике.

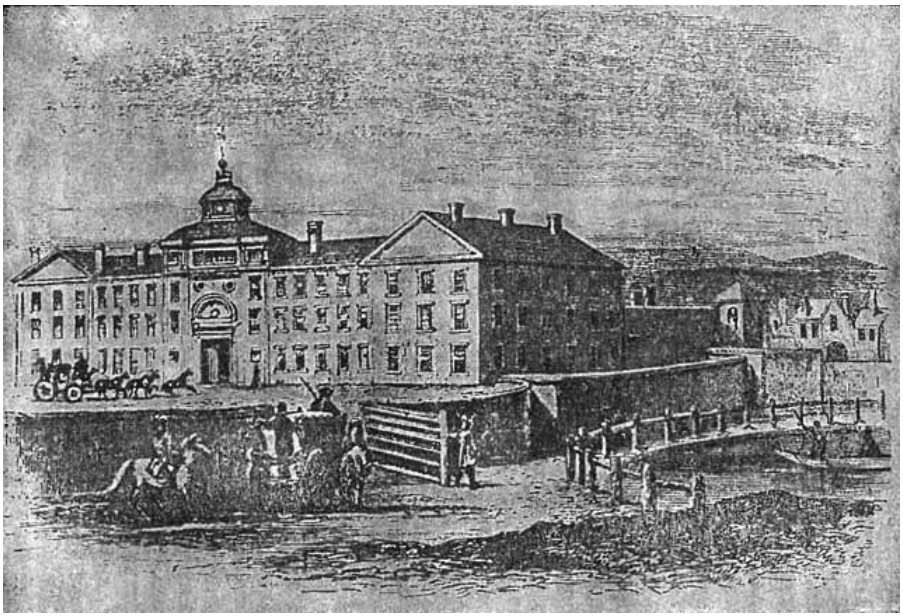
В этой заявке Уатт определял сущность своего изобретения как «новый метод уменьшения расхода пара, а следовательно, и топлива в огненных машинах».

Через несколько дней после этого Уатт получил письмо из Бирмингама: «Кончайте ваши дела с патентом и приезжайте в Бирмингам», — писал доктор Смолл.

Для выполнения еще ряда формальностей в столице пришлось пробыть еще около двух недель.

27 августа Уатт выехал из Лондона и на другой день был в Бирмингаме. Ему предстояла встреча с человеком, который в дальнейшей судьбе как его самого, так и его изобретения, должен

был сыграть решающую роль, — с Мэтью Болтоном, владельцем завода в Сохо, одного из крупнейших предприятий в Европе.



Мануфактура Болтона в Сохо.

Производство мелких металлических изделий давно уже сосредоточивалось в районе Бирмингама. Бирмингам славился своим кузнечным товаром еще в XVI веке. Ремесло процветало, меньше стесняемое здесь цеховой регламентацией, нежели в других городах Англии, так как Бирмингам долго не считался городом, имеющим хартию, и поэтому порядки здесь были более свободные. Во время религиозных преследований против диссентеров здесь осело много гонимых протестантов, большей частью искусных ремесленников. В годы революций и войн Бирмингам в большом количестве изготовлял оружие. Так, во время второй революции, он поставил пятнадцать тысяч клинков. В мирное время тут изготовлялись так называемые бирмингамские безделушки, всевозможные мелкие изделия из разных металлов.

С конца XVII века первое место заняло, далеко оставляя за собой прочие отрасли производства, изготовление стальных пряжек. Блестящая стальная бирмингамская пряжка расходилась по всему миру: в Америку, в Голландию, в Германию, в Италию, в Испанию и даже Францию. Когда пряжку сменила пуговица, то Бирмингам превратился в пуговичное царство. В Бирмингаме делали также всевозможные предметы из меди, латуни и серебра, в общем, дешевый товар, не пользовавшийся особенно высокой

репутацией в отношении качества.

В Бирмингаме господствовало мелкое производство: множество небольших мастерских. Но всеми делами заправляла небольшая группа богатых купцов-скупщиков, дававших мастерам сырье и получавших от них готовый товар. В Бирмингаме эта система рассеянной мануфактуры имела некоторые особенности. Крупные скупщики имели дело с рядом более мелких скупщиков, а те в свою очередь с мастерами, являвшимися вместе с небольшим числом подручных подмастерьев непосредственными производителями. Цепь посредников в Бирмингаме, таким образом, имела несколько лишних звеньев.

Отец Мэтью Болтона принадлежал к числу этих мелких предпринимателей. Он скупал и производил дешевый серебряный товар. Его сын уже довольно рано проявил незаурядные коммерческие и предпринимательские способности. Семнадцати лет Мэтью придумал новый фасон стальных пряжек, который стал пользоваться таким успехом, что его массами стали экспортировать во Францию и вывозить оттуда в Англию в качестве французского товара.

Старый Болтон умер в 1759 году. Мэтью наследовал все дело, женился на богатой невесте, взяв за ней 27 тыс. фунтов стерлингов приданого, и усиленно стал развивать отцовское предприятие. Он нашел себе компаньона в лице некоего Джона Фодзергиля и выстроил в двух милях к северу от Бирмингама, в местечке Сохо завод, вскоре ставший крупнейшим предприятием Англии. Между новым предприятием молодого Мэтью Болтона и промышленным заведением старого Мэтью Болтона лежала почти такая же пропасть, какая лежит между мастерской ремесленника и крупным капиталистическим предприятием. Между Мэтью Болтоном и теми людьми, которые работали у него в Сохо, лежала пропасть, отделяющая капиталиста от рабочего, и нигде в Бирмингаме эта пропасть не была глубже, чем в Сохо, и никто лучше не сознавал этого, как сам Мэтью Болтон, когда он давал такие советы одному из своих друзей, просившему принять в качестве ученика в Сохо его брата.

«Я не думаю, — писал Болтон, — чтобы это было подходящим делом для вашего брата, так как это предприятие не таково, чтобы можно было вступать в него с ничтожными средствами, оно требует даже больше денег, нежели те суммы, которые достаточны для крупного купца, так что человек, вступающий в него, должен быть или рабочим-поденщиком или же владельцем очень большого состояния».

В Сохо сложились отношения и складывалась организация производства, характерные для той промышленности, которая,

говоря словами Энгельса, «заменила инструменты машинами, мастерские — фабриками и вследствие этого превратила трудовые элементы среднего класса в рабочий пролетариат… оттеснила мелкую буржуазию и разделила все население на два противоположных лагеря»… — той промышленности, где тот, «кто рождается рабочим, должен остаться им навсегда».

Рынком для Сохо был весь мир: «Я готов работать на всю Европу, — писал Болтон, — и изготовлять предметы, в которых она нуждается, из золота, из серебра, из меди, из стали, из платины, из черепахи». А через некоторое время Болтон уверял, что он хочет строить паровые машины на весь мир. Только в таких широких масштабах он и мыслил производство. Правда, постройка машин для завода Сохо оказалась делом более трудным и была осуществлена уже сыном Болтона.

Из всего, что рассказал Уатт о своем пребывании в Лондоне и Бирмингаме, Рэбэк мог притти к одному выводу: надо проводить в жизнь уаттовское изобретение. Пускай только Уатт не увлекается разними усовершенствованиями, а начинает строить большую машину.

«Я очень хочу испытать машину в большом масштабе, — писал Рэбэк недели две спустя после приезда Уатта из Бирмингама. — Вы упускаете самую лучшую часть вашей жизни; нельзя терять ни одного дня, ни одного мгновения, и вы не должны допускать, чтобы ваши мысли обращались к каким-нибудь другим предметам и даже на усовершенствование вашего изобретения, а вы должны стремиться наискорейшим и наилучшим образом осуществить его в надлежащем масштабе». Через несколько дней он настойчиво звал Уатта приехать в Киннэль, где должен был быть окончательно установлен весь проект большой машины. Но Уатт не спешил, он хорошо помнил неудачу со своей первой попыткой постройки машины в натуру, когда чугунный цилиндр оказался никуда не годным. Он хотел сначала построить модель крупных размеров, чтобы на ней окончательно проверить целый ряд деталей. За это дело он принялся тогда же осенью.

Надо было решить и другой вопрос, — где установить машину. Патент еще не был получен, и широко разглашать об изобретении не имело смысла. Лучше всего строить машину где-нибудь подальше от посторонних любопытных глаз.

Уатт предложил установить ее где-нибудь в парке в усадьбе Киннэль-Хаус; недалеко позади усадьбы протекает небольшой ручей, он будет давать достаточно холодной воды для машины, и вот тут на лужайке лучше всего построить небольшой дом, в

котором и следует установить машину. «Здесь мы будем, — писал Уатт, — более спокойны от соглядатаев, нежели в Борроустоннесе».

Скрывать этого дела не имело смысла только от Болтона и Смолла, и о своих работах, о всех своих делах Уатт информировал своих бирмингамских друзей лучше, чем своего законного компаньона Рэбэка. Считал ли он, что без Болтона и Смолла дело все равно не обойдется, рассчитывал ли он, что они в будущем смогут ему очень пригодиться, или завязались между ними действительно тесные дружеские отношения, во всяком случае, Уатт спешил поделиться с ними всем, что лежало у него на душе. Его бирмингамские друзья должны были знать не только обо всех его опытах, успехах, неудачах, они должны были знать его мысли, проекты, и письма Смоллу оказывались испещренными эскизами деталей машины, беглыми набросками технических идей, забредших в голову изобретателя и очень часто даже не осуществленных впоследствии.

«Я почти закончил свою модель машины; когда я ее испытаю, я вам сообщу об успехе», — писал Уатт Болтону в средине декабря 1 768 года. Он много тогда работал над усовершенствованием и упрощением конденсатора и насоса к нему. Долго бился, чтобы клапаны открывались без трения и чтобы через конденсатор проходило возможно больше воды. Через три месяца он испытал готовую модель. Потери внутри машины были невелики. «После того, как она была освобождена от воздуха, — писал Уатт Рэбэку, — она легко поднимала 620 фунтов и, я думаю, без труда подняла бы и больший груз, но у меня ничего не было подходящего под руками. Все давление на поршень составляло около 740 фунтов».

На другой день нашелся дополнительный груз в виде ступки, весящей около 80 фунтов. Машина легко поднимала прежний груз вместе с подвешенной к нему ступкой. Эти испытания модели привели также к очень важному выводу относительно того, из какого материала следует делать цилиндр для большой машины. Чугун совершенно не годился, так как из него даже для модели нельзя было изготовить достаточно точно цилиндр, диаметром 8¼ дюйма.

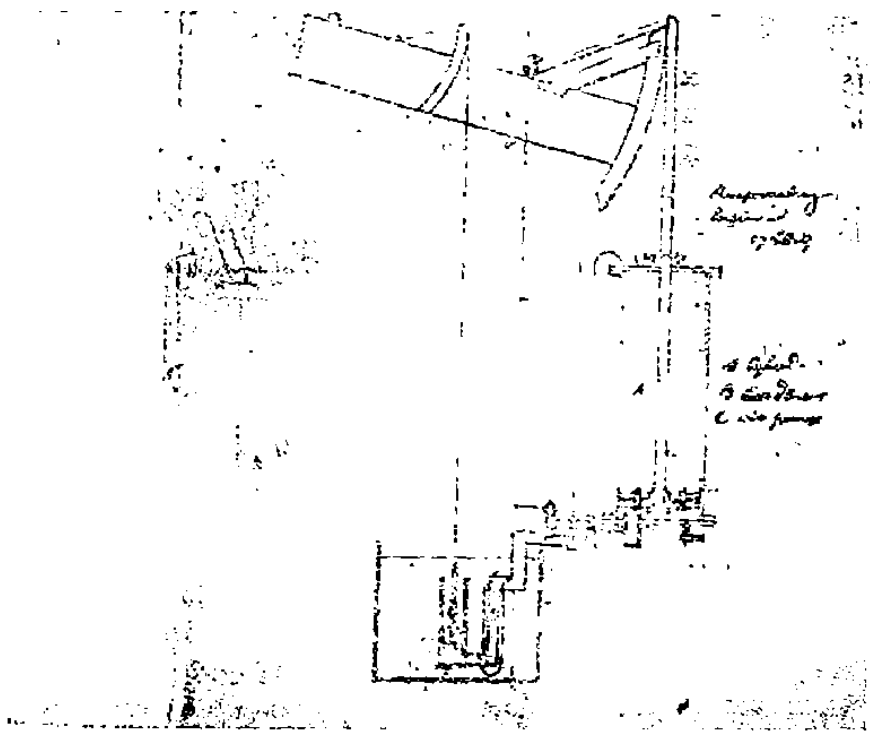
«Я нахожу, — писал Уатт Рэбэку, — что этот цилиндр, изготовленный из чугуна, будучи на 1/8 дюйма шире на одном конце, чем на другом, не является без обильной смазки столь непроницаемым для пара, как оловянный цилиндр, который я имел до этого». Отсюда делался вывод, что «наилучшим и самым дешевым цилиндром для большой машины будет цилиндр из олова. От внешних повреждений он будет защищен деревянным

кожухом, а с внутренней стороны никаких повреждений не нужно будет опасаться».

Обо всем этом Уатт написал и Смоллу, а кроме того, рассказал ему и свой проект, как делать такой оловянный цилиндр, прокатав олово в пластины, толщиной в 3/4 дюйма, разрезав их на полосы одинаковой ширины и спаяв эти полосы.

Паровая машина с оловянным цилиндром! Такое решение подсказывала Уатту современная металлообрабатывающая техника.

Одновременно с постройкой модели Уатт был занят хлопотами о патенте и составлением спецификации к нему. Пока она не будет составлена, Рэбэк не советовал спешить с патентом. Потом Рэбэк вдруг заторопился и готов был тотчас же выложить деньги на расходы по получению патента. Впрочем, это обязательство так и осталось на бумаге, и деньги на нужные платежи дал Уатту Блэк.



Чертеж цилиндров и конденсатора, собственноручно сделанный Уаттом в 1769 г. для получения патента.

5 января 1769 года Уатту был выдан патент на «методы уменьшения расхода пара, а следовательно, и топлива в огненных машинах», а в апреле того же года была утверждена и спецификация.

Составление спецификации было трудным делом, надо было обдумать и взвесить каждое слово. Уатт занялся ею тотчас же по возвращении из Лондона осенью 1768 года, но когда был получен патент, она еще не была готова (спецификацию надо было подать в течение четырех месяцев после получения патента).

«Я написал и переписал спецификацию вот уже два или три раза, и все-таки я ею еще не доволен, хотя она сейчас лучше, чем была», — писал Уатт Рэбэку в ноябре 1768 года.

Он обсуждал ее не только с Рэбэком, но и со своими новыми бирмингамскими друзьями и послал им свой проект спецификации. Там его внимательно проштудировали, и Смолл, конечно, под диктовку Болтона, высказал по поводу его целый ряд соображений.

«Болтон и я, — писал Смолл, — рассмотрели вашу бумагу и полагаем, что вы не должны давать ни чертежей, ни описаний какой-либо особой машины (если только это будет допущено патентным ведомством), но самым ясным образом указать, что вы открыли некие принципы и обдумали новые применения других принципов, и из сочетания их вы предполагаете строить паровые машины значительно большей мощности и применимые для значительно большего количества полезных целей, нежели какая-либо из до сих пор построенных машин».

«Я уверен, — не без ехидства писал Смолл Уатту, — что на основании составленной мной спецификации опытный механик может построить вашу машину, хотя она и нуждается в поправках, но вы, конечно, не обязаны обучать всякого болвана в Англии мастерски строить машины».

И действительно, спецификация была составлена в очень точных, но чрезвычайно общих формулировках.

Эта общая формулировка впоследствии создала и для изобретателя, и для его компаньона много хлопот, но тогда в Бирмингаме об этом не думали.

Болтон посоветовал составить спецификацию именно так, имея в виду вступить в компанию с Уаттом и устранить возможных конкурентов.

В спецификации Уатт так определял основные принципы своего изобретения.

«Мой способ для уменьшения расхода пара в паровых машинах, а следовательно, и уменьшения расхода топлива, состоит в следующих принципах.

1. Сосуд, в котором применяется сила пара для работы машины и который в обыкновенных огненных машинах называется цилиндром, а я называю его паровым резервуаром, должен быть во все время работы машины сохранен в столь же

нагретом состоянии, как и входящий в него пар, во-первых, путем окружения его оболочкой из дерева или из другого материала, плохо проводящего теплоту; во-вторых, окружая его паром или другими нагретыми телами и, в-третьих, не допуская, чтобы вода или другое какое-либо тело, более холодное, чем пар, проникло в него или пришло бы в соприкосновение в ним во время его работы.

2. В машинах, которые должны полностью или частью работать посредством конденсации пара, обращение пара в воду должно происходить в сосудах, отделенных от цилиндра, но могущих иногда сообщаться с ним. Эти сосуды я называю конденсаторами, и их нужно во время работы машины посредством действия воды или другого холодного тела сохранять по меньшей мере столь же холодными, как окружающий воздух.

3. Воздух и другие упругие газообразные тела, не сгущенные вследствие низкой температуры конденсатора и мешающие работе машины, должны удаляться из конденсатора посредством насосов, приводимых в действие самой машиной или другим каким-либо образом.

4. Во многих случаях я рассчитываю применять упругую силу пара для давления на поршень или другие части, заменяющие его, таким же образом, как применяется атмосферное давление в теперешних обыкновенных огневых машинах. В тех случаях, когда нехватает холодной воды, машины могут работать исключительно силой пара, причем последний по совершении работы выпускается прямо в атмосферу.

5. Там, где нужно движение вокруг оси, я придаю паровому сосуду форму пустого кольца или круглых каналов с соответствующими отверстиями для впуска и выпуска пара; сосуд этот, подобно водяному колесу, помещается на горизонтальной оси. Внутри этого сосуда находятся клапаны, которые позволяют всякому телу движение внутри канала только в одном направлении. Внутри сосуда помещаются также грузы, закрепленные так, что они заполняют часть канала, но, как выше было указано, могут двигаться независимо от него. Когда пар будет впущен между грузами и клапанами, то он будет действовать одинаково как на грузы, так и на клапаны, поэтому он будет подымать грузы по одну сторону колеса и опускать их по другую сторону колеса и, вследствие воздействия клапанов, постепенно сообщать колесу вращательное движение, причем клапаны будут открываться в ту сторону, в которую движутся грузы, а не в противоположную.

В то время как колесо получает вращательное движение, пар

подводится к нему из котла, а отработанный пар или конденсируется, или выпускается прямо в атмосферу.

6. Я намереваюсь в некоторых случаях применять охлаждение, хотя и недостаточное для полной конденсации пара, но все же сильно уменьшающее его объем, и, таким образом, работать в машине попеременно то расширением, то сжатием.

Наконец я употребляю для уплотнения поршня и других машинных частей масло, воск, смолу, животные жиры, ртуть и другие металлы в жидком состоянии».

Ротационная машина (огненное колесо), о которой говорится в параграфе пятом спецификации, не получила практического осуществления, но в первых четырех параграфах сформулированы были основные принципы, составлявшие суть изобретения Уатта.

Таким образом, в отличие от ньюкомэновской, которая послужила отправной точкой работы Уатта, его машина была: 1) *паровой машиной, работающей посредством давления пара, а не атмосферного давления; конденсация пара в ней происходила не в цилиндре, но в отдельном резервуаре.*

На основании этих принципов Уатт, как мы видели, построил уже несколько моделей; теперь предстояло осуществить их впервые в машине большого натурального масштаба, которую предполагалось строить в Киннэле.

По своему внешнему виду машина в Киннэле ничем не отличалась от обыкновенной ньюкомэновской машины. Это была такая же балансирная машина, как и ньюкомэновская. Уатт тут делал уступку установившимся традициям, так как он в своих опытных моделях, как мы видели, давно уже отбросил балансир как ненужную часть.

Летом на зеленой лужайке в киннэльском парке начали собирать машину.

Установили вертикальные столбы, подвесили коромысло, начали склепывать котел. К этому времени подвезли цилиндр, он тоже не отличался большой точностью и в своем поперечном сечении представлял собой не круг, а овал. «В самом худшем месте, — писал Уатт Смоллу, — большой диаметр превосходит меньший диаметр на 3/8 дюйма. Он сделан из лучшего олова и не прокован». Механическая часть, система рычагов, управляющих клапанами, была заказана мастеру, работавшему на Карроновском заводе. Она, повидимому, не отличалась от обычного типа, применяемого на ньюкомэновских машинах. Сборка машины шла чрезвычайно медленно. Никакой ответственной работы Уатт не мог поручать никому, а сам он не мог все время оставаться в Киннэле.

Только в середине сентября машина была готова. Первые испытания ее были не совсем удачны. Уатт написал о них подробнейший отчет Смоллу. Пар проходил через множество щелей как в котле, так и в цилиндре и между цилиндром и поршнем. «Мы на это не обращали внимания, — пишет Уатт, — так как были заняты другим делом». Но пара все же хватало. Однако, полезное атмосферное давление было далеко не использовано полностью. «Единственный вывод, который я могу сделать из этого испытания, — продолжает Уатт, — тот, что если мы не сможем применять обильную смазку для плотного прилегания поршня и если мы не сможем сделать поршень плотней, чем сейчас, то машина будет свободно работать с полезным давлением 8 фунтов на кв. дюйм и потреблять около половины пара, расходуемого в обыкновенной машине. Я даже не могу утверждать и этого, хотя я думаю, что на это имеются основания». Машина требовала больших переделок. Надо было выправить цилиндр, «сделать его точно круглым и прямым». Этого думали достигнуть, обивая цилиндр молотком на круглом бревне. Надо было сделать «новый поршень из чугуна (вместо деревянного) так, чтобы он подходил к цилиндру в пределах 1/16 дюйма со всех сторон цилиндра» и, наконец, надо было изменить конденсатор.

Но для всего этого требовалось прежде всего присутствие Уатта, а он как-раз теперь все меньше и меньше был в состоянии заниматься машиной — его снова отвлекли геодезические работы. Машина простояла беспризорной до весны, когда Уатт опять урвал несколько свободных дней для работы над ней. Цилиндр и поршень удалось кое-как выправить, но полная неудача постигла Уатта с конденсатором: когда он поставил трубчатый конденсатор, который, как он думал, будет действовать лучше, то машина совершенно остановилась. Он тогда решил прибегнуть к старому способу конденсации — впрыскиванию струи холодной воды, но, конечно, не в цилиндр, а в конденсатор, и этот способ оказался наилучшим. Во время этих опытов он сделал еще одно наблюдение: оказывается, вовсе не было надобности заполнять каждый раз конденсатор водой для вытеснения воздуха, который, как он думал, в больших количествах примешивается к пару. — Это наблюдение позволило значительно уменьшить насос, выкачивающий воду из конденсатора.

Это были последние занятия Уатта паровой машиной в Киннэле. Нужда бросила его на другую работу. Дела же Рэбэка складывались так, что ему было уже не до поддержки Уатта.

Какие планы роились в уме Болтона, когда он водил Уатта по мастерским своего предприятия в Сохо? Что они были очень широки и что трезвый расчет делового человека в них переплетался с фантазией не вполне осведомленного, но увлекающегося прожектера — это очень вероятно. Вероятно также и то, что Болтон сразу гораздо шире понял значение уаттовских изобретений, нежели Рэбэк и, может быть, даже сам Уатт.

Если Рэбэк видел в уаттовской машине прежде всего лишь усовершенствованный насос, который должен был спасти его шахты от затопления, то Болтон в изобретениях Уатта хотел увидеть новый вид двигателя, который должен был заменить водяное колесо в тех слишком многочисленных случаях, где нельзя было применить ньюкомэновскую машину. А что в таком двигателе назрела нужда — это он знал прежде всего по собственному опыту: у него на заводе работа останавливалась не раз из-за того, что нехватало воды на колесе. Вынужден же он был поставить конные приводы, чтобы накачивать обратно воду в верхний резервуар, и думал даже установить ньюкомэновскую машину.

Так было у него на заводе мелких металлических изделий, но ведь с теми же затруднениями для пуска механизмов сталкивались, и на заводе крупнейшего чугунолитейщика в Англии Вилькинсона. И приятель Болтона, Вэджвуд, тоже не знал, каким способом лучше всего приводить в движение механизмы на его строящемся заводе фаянсовой посуды, и сосед и друг Болтона, доктор Дарвин, проектировал для Вэджвуда ветряный двигатель, который должен был вращать всевозможные глиномешалки.

Болтон без труда мог бы припомнить не один десяток предприятий в самых разнообразных отраслях производства, где хозяева жаловались или на недостаток воды, или на дороговизну угля, или на слабость конного привода и где идея приводить в движение «мельницу» (а мы знаем, какой широкий смысл имел этот термин в XVIII веке) при помощи огня могла, казалось бы, найти блестящее применение. Но усовершенствованную огненную машину можно было применить не только в промышленности: тут же в Бирмингаме делалась как-раз в это время одна из многочисленных попыток применения пара для сухопутного транспорта: доктор Дарвин проектировал «огненную повозку», из которой, кстати сказать, ничего не вышло.

Болтон сам пытался внести усовершенствования в ньюкомэновскую машину, чтобы уменьшить расход топлива. Он сделал модель ее, которая вызывала восторг у его многочисленных лондонских великосветских друзей и покровителей. Болтон вел переписку с американским ученым и

дипломатом Веньямином Франклином о том, как лучше впрыскивать в цилиндр охлаждающую воду, о наилучшей системе клапанов. Франклин в этой области ничего толкового посоветовать не мог, но обратил внимание на другой способ достижения экономии топлива, на лучшее его сжигание и уничтожение дыма.

Сколь ничтожны могли показаться теперь эти попытки по сравнению с теми усовершенствованиями, которые предлагал Уатт. Но ведь кроме них Уатт говорил еще и о непосредственном применении пара для получения вращательного движения, и вот это-то «паровое колесо» интересовало Уатта и увлекало Болтона, может быть, даже больше, чем изобретенный им конденсатор.

Неисчерпаемый источник энергии, могущий влить жизнь и движение в механизм зарождающейся крупной промышленности, одним из первых строителей и представителей которой он, Болтон, сам являлся, открывался перед ним, и ему казалось, что эта светлая голова, Уатт, если только ему дать возможность работать, придумает еще многое, чтобы применить и направить по своей воле эту энергию.

Болтон мечтал не о чем ином, как о мировой монополии производства новых машин. Новое производство и притом производство такой удивительной вещи, как источника движения, должно было быть сосредоточено в одних только его руках. Отсюда из Сохо потекут потоки энергии, которые зальют собой весь мир…

«Моей мыслью было, — писал Болтон Уатту, — устроить здесь, рядом с моим заводом, предприятие, где я сосредоточил бы все технические средства, необходимые для постройки машин, и откуда мы снабжали бы весь мир машинами любых размеров».

Строить то, что нужно всем, без чего не может развиваться ни одно производство, и притом строить одному, — какие огромные прибыли это сулило!

Казалось, зарождающееся крупное производство уже сейчас готово было захватить ту область, которая составляла фундамент его самого и основу его дальнейшего развития — производство машины. Но было ли это осуществимо, было ли это под силу Болтону?

Он очень ясно отдавал себе отчет в том, какие для этого нужны предпосылки. Новая машина не может строиться старыми кустарными способами. «Я предполагал, — писал он Уатту, — что ваша машина потребует денег, очень точной работы и обширных связей, чтобы наивыгоднейшим образом пустить ее в оборот. И наилучший способ поддержать ее репутацию и отдать должное изобретению — это изъять ее производство из рук множества

техников эмпириков (empirical engineers), которые по своему невежеству, недостатку опыта и недостатку в технических средствах, по всей вероятности, стали бы давать плохую работу, а это отразилось бы и на репутации изобретения». Чтобы избежать этого, он предлагал строить специальный завод, где «при вашем содействии мы могли бы привлечь и обучить известное количество превосходных рабочих, которые, снабженные наилучшим инструментом, могли бы выполнить это изобретение на двадцать процентов дешевле и со столь же большой разницей в точности работы, какая существует между работой кузнеца и мастера математических инструментов».

Кадры высококвалифицированных рабочих, новое техническое оборудование — вот что требовалось для постройки машины в массовом масштабе. Болтон уже мыслил категориями и понятиями развитого капитализма XIX века. Но пока это были еще мечты. Не Болтоном и не Уаттом, а их сыновьями было организовано лет тридцать спустя это массовое производство машин — первый машиностроительный завод.

Болтону пришлось в ближайшие же две недели после встречи с Уаттом разочароваться во многих своих иллюзиях. В конце октября 1768 года пришло письмо от Уатта, читая которое Болтон, вероятно, с каждой строчкой приходил во все большее изумление и, может быть, негодование. «Когда вы, — писал Уатт, — были столь любезны, что, выразили пожелание участвовать в моем изобретении, то я, к моему крайнему сожалению, не мог вам сделать немедленно этого предложения. Дело заключается в следующем…» — и далее Уатт рассказывал о своих отношениях и соглашениях с Рэбэком. Оказалось, что Уатт уже вовсе не хозяин своего изобретения, на что он, будучи в Бирмингаме, даже и не намекнул. Тотчас же по приезде в Глазгоу он, как следовало из письма, предложил Рэбэку в качестве компаньона Болтона, и Рэбэк выразил согласие предоставить Болтону одну треть в правах, связанных с этим изобретением, при условии, что Болтон оплатит половину понесенных расходов. Рэбэк обещал сам написать об этом Болтону.

Действительно, через некоторое время пришло и письмо от Рэбэка, но то, что предлагал сейчас Рэбэк, совершенно не было похоже ни на то, о чем думал Болтон, когда он вел переговоры с Уаттом, ни на то, о чем ему писал недавно Уатт.

Болтону предоставлялось право на одну треть патента, но только в пределах трех центральных графств Англии.

Не понял ли Уатт Рэбэка, или Рэбэк, сгоряча согласившись сначала поделиться с Болтоном будущими прибылями предприятия, потом сообразил, что дело обещает быть очень

выгодным, раз такой опытный делец, как Болтон, за него так уцепился, а поэтому тем более имеется оснований не выпускать предприятия из своих рук и уступить возможно меньше только лишь для того, чтобы не отталкивать совсем сильного компаньона, который мог стать и конкурентом. Как бы то ни было, такое предложение могло показаться Болтону просто смешным — три графства вместо мирового рынка! Ради сбыта в трех графствах, конечно, не стоило организовывать никакого производства, да еще совершенно нового, да еще с совершенно новой организацией, рассчитанной на массовый сбыт. «Мне не стоит, — писал Болтон, — строить машины только для трех графств, но я нахожу, что мне очень стоит строить их для всего мира».

На такое предложение можно было ответить только отказом. Но этот отказ относился только к Рэбэку, с Уаттом в Бирмингаме порывать отношений вовсе не имели в виду. «Каковы бы ни были мои выводы, — писал Болтон Уатту (относительно предложения Рэбэка), — ничто не изменит моего желания быть связанным с вами и моего стремления оказать вам всякую услугу, какая только в моих силах. И хотя как-будто имеются препятствия к нашему соучастию в постройке машин, однако, я пребываю в надежде, что вам и мне удастся придумать ту или иную комбинацию, которая свяжет нас на этом свете и сделает для меня жизнь в нем еще более приятной благодаря приобретению такого соседа».

Упускать Уатта нельзя было ни под каким видом, его надо было перетянуть на свою сторону. Уатта хотят переманить в Бирмингам, перед ним рассыпаются в любезностях.

«Приезжайте возможно скорее в Англию, — писал Смолл, несколько месяцев спустя после отказа вступить в компанию на условиях Рэбэка, — мне страшно больно видеть, как человек, столь высоко одаренный, как вы, пренебрегает возможностью надлежащим образом использовать свои громадные таланты».

Эти приглашения не прекращались и позже.

«Болтон и я, — писал Смолл. — сделаем все, что в наших силах, чтобы иметь вас здесь и содействовать вашему успеху».

Бирмингамцам хотелось во что бы то ни стало оторвать Уатта от Рэбэка. Они не останавливались ни перед чем, чтобы дискредитировать Рэбэка в глазах Уатта, повидимому, даже плохо разбиравшегося в той борьбе, какая разгорелась вокруг него и его изобретения. Уатт горячо вступается за своего компаньона. Смолл сообщает ему о слухах, циркулирующих в Бирмингаме о пошатнувшемся будто бы положении Рэбэка (это было еще весной 1769 года и, может быть, для этого имелись кое-какие основания).

В ответ на это Уатт уверяет Смолла, что «угольные шахты Рэбэка находятся в цветущем состоянии и с каждым днем дела идут лучше, хотя кое-кто в Бирмингаме и заинтересован в том, чтобы насколько возможно подорвать кредит Рэбэка». Но в Сохо внимательно следили за состоянием дел Рэбэка и были о них осведомлены, конечно, гораздо лучше, нежели Уатт. Читая его письмо, Болтон и Смолл, вероятно, только пожали плечами и снисходительно улыбнулись наивности изобретателя.

Смолл намекал Уатту, что Рэбэк мало и плохо помогает ему в его работе над машиной, на это Уатт отвечал:

«В моей работе я имел много разочарований. Я был бы совершенно подавлен под гнетом их, если бы меня не поддерживала дружба доктора Рэбэка». Уатт считал его своим «самым искренним и великодушным другом и, действительно, достойным человеком» и не видел никакой возможности порвать с Рэбэком ни в силу заключенного с ним договора, ни вследствие тех моральных обязательств, которые, по его мнению, связывали его с доктором.

Но что же можно было поделать с таким «не деловым» человеком?

Однако, все же Уатта тянуло в Бирмингам, где, как он ясно видел, он сможет найти сильную поддержку. Ведь Болтон действительно мог дать многое: кадры рабочих, деньги, рынок. К тому же Рэбэк уделял не очень много внимания машине, он был завален другими делами, уже тогда начинавшими несколько запутываться.

Уатт очутился как бы между двух огней. По своей наивности он взял на себя роль посредника и стремился привести к соглашению двух дельцов, крепко уцепившихся за его изобретение и ведших между собой глухую, но упорную борьбу. Своим бирмингамским друзьям он советовал возможно скорее договориться с Рэбэком. «Я очень хотел бы, — писал он Смоллу, — чтобы вы и мистер Болтон вступили в переговоры с доктором по вопросу о вашем участии. Я боюсь только, что сейчас уже несколько поздно, так как, чем больше мы приближаемся к определенным результатам, тем крепче старается он их удержать. С моей же стороны я продолжаю думать, как и раньше, что ваше участие было бы для нас взаимно выгодным».

С другой стороны, Уатт старался повлиять на Рэбэка и, чтобы склонить его к уступчивости, изощрял все свое красноречие, повторяя аргументы, подсказанные ему еще Болтоном, указывая на те условия, которые необходимо создать для успешной постройки машины: на оборудование, рабочие кадры. Говоря о тех затруднениях, которые предстоит еще преодолеть, Уатт не

жалел красок в описаниях несовершенства машины и собственных своих недостатков как работника и организатора.

Вероятно, ни один изобретатель не писал финансирующему его капиталисту таких писем, какие получал от Уатта Рэбэк и Смолл. «Я хотел бы, — писал он Рэбэку, отправляющемуся в Бирмингам, — чтобы вы заключили соглашение с Болтоном из следующих соображений:

1. Ради самого Болтона как изобретательного, честного и богатого человека. Вы его знаете гораздо лучше, чем я, но самое худшее, что я о нем слышал, это то, что он прожектер.

2. Из-за тех трудностей и расходов, с которыми сопряжено привлечение хороших и честных рабочих и снабжение их надлежащими инструментами.

3. Успех машины еще далеко не оправдался. Если мистер Болтон, на основании отчета, который я напишу Смоллу, возьмет на себя долю риска и заплатит соответствующую часть понесенных вами расходов, то это уменьшит ваш риск в значительно большей степени, нежели уменьшит ваши прибыли.

4. Очень ценна будет при усовершенствовании машины помощь от изобретательности Болтона и Смолла… Наконец, примите во внимание мое слабое здоровье, мой нерешительный и бездеятельный характер, мою неспособность спорить и бороться с людьми за мои права. Все это делает меня негодным для какого-либо крупного предприятия…»

Почти целый год прошел в этих переговорах, но наконец Рэбэк сдался и предложил бирмингамцам одну треть права на патент за уплату «такой суммы, не менее 1000 фунтов стерлингов, какую они найдут справедливой и разумной». Им предоставлялся срок в один год, в течение которого они должны дать окончательный ответ. Но бирмингамцы неожиданно оказались чрезвычайно осторожными; они отказались подписать договор, ссылаясь на то, что у них нет сейчас нужных денег, оставляя за собой право вступить пайщиками позже. Результаты испытаний машины, повидимому, все же были не настолько хороши, чтобы можно было говорить об окончательном успехе. Далее им, повидимому, все же очень не хотелось связываться с Рэбэком. Может быть даже они рассчитывали, что Рэбэк запутается в своих делах и сорвется, и тогда им может достаться значительно большая доля в патенте. Как-раз те обстоятельства, которые побуждали Рэбэка итти на уступки, заставляли бирмингамцев быть сугубо осторожными.

Таково было положение дел, когда Рэбэк в начале февраля 1770 года меланхолически писал Болтону, своему будущему компаньону, о том, «что до сих пор со времени моего последнего

письма к вам машина не подвинулась вперед ни на шаг, так как мистер Уатт непрерывно занят планировкой глазгоуского канала».

Действительно, Уатт последние месяцы работал над своей машиной только урывками, так как был очень занят. Съемку канала от угольных копей Монклэнд к Глазгоу ему предложили весной 1769 года. Он не смог отказаться от этого предложения: ему нужен был заработок, у него были большие долги, а судьба машины была еще неизвестна. Он уже до этого отказался от постройки нескольких обыкновенных огненных машин, но не мог же он «растрачивать свою жизнь по пустякам».

Если в тех жалобах, которые Уатт изливал тогда в своих письмах Смоллу, в жалобах на свою неспособность к изобретательской работе — «я далеко не так способен сейчас, как я был когда-то. Я нахожу, что я совсем не тот человек, каким был четыре года тому назад, когда я изобрел огненную машину и предвидел, даже до того, как я сделал модель, почти всякое обстоятельство, которое действительно имело место», — если в этих жалобах, как и в тех обещаниях, которые он давал самому себе — впредь никогда не заниматься изобретательством, — было очень много преувеличений и лишь небольшая доля истины, и очень сильно отражался временный упадок духа, то все же факт оставался фактом: до окончательного успеха машины дело было еще очень далеко. Разрушались некоторые иллюзии, бывшие одним из стимулов в его работе, а иллюзии эти были далеко не бескорыстны. В мечтах рисовались картины обеспеченности, довольства, может быть, богатства, — вот что должно было дать изобретение, воплощенное в жизнь. «Меня тогда возбуждала соблазнительная надежда, что я выбьюсь из нужды и притом не буду вынужден иметь много дела с людьми, которые всегда водили меня за нос».

И ведь эти же картины будущего довольства рисовали ему и его друзья, желая подбодрить его в минуту упадка сил и подавленного настроения. «Вы, наверное, — писал ему один из них, — находитесь очень близко к тому, что принесет вам большие выгоды, счастье и довольство вашей семье, вашу собственную обеспеченность и удовольствие, эту жизнь интиресного досуга, которую вы так часто представляли себе. Все это находится в пределах досягаемости».

Боязнь нищеты всегда стояла тяжелым кошмаром перед Уаттом. В конце-концов у него никогда не было особенно тяжелого положения, но некоторая необеспеченность и необходимость работы ради заработка иногда казались ему настоящей трагедией.

Берясь за геодезические работы, Уатт еще рассчитывал, что ему все же удастся закончить и усовершенствовать свою машину. «Я решил не оставлять машины, но работать над ней первое же свободное время, которое мне выдастся». Но работа геодезиста и инженера-строителя все больше и больше затягивала его. Осенью 1770 года ему предложили вести постройку канала, трассу которого он провел, и назначили ему жалованья 200 фунтов стерлингов в год. Уатту нужно было выбирать: или строить канал, или строить свою машину. Он выбрал первое. Это был выбор «между неопределенностью и почетным и, вероятно, выгодным занятием, связанным с меньшим риском неуспеха». Ему не хотелось предоставить другим постройку канала, который он сам спроектировал. Другим строителям, может быть, будет даже выгодно выдвинуть его ошибки. Ему важно было поддержать свою репутацию как инженера и геодезиста. Жалко было «упускать такое благоприятное стечение обстоятельств, которое едва ли скоро могло повториться». Наконец, у него была жена и дети, и сам он «начинал уже седеть, а до сих пор у него не было верного пути, чтобы обеспечить их». Вот мотивы, которые побудили Уатта взяться за постройку канала. Были еще и другие обстоятельства, не менее веские, но какие — этого Уатт не сказал, может быть, он намекал на пошатнувшееся положение Рэбэка.

Но строительством канала не ограничивалась геодезическая и инженерная работа Уатта: ему поручают съемку реки Клайд, он проводит трассу ряда других каналов, он строит мост через Клайд, строит доки и мол глазгоуского порта. Наконец, последней его геодезической работой является трассирование так называемого Каледонийского канала, пересекающего северную горную Шотландию.

На строительстве Монклэндского канала Уатт нес множество обязанностей: он наблюдал за работами, был инженером и казначеем. Он целыми неделями и месяцами с утра до ночи находился на строительстве, мок под долгими проливными шотландскими дождями, мерз под пронизывающим ветром, простудился, схватил лихорадку, но, к счастью, избавился несколько от своих мигреней. Работа эта испортила ему много крови. Временами она была для Уатта сущей каторгой. Он не особенно умел ладить с людьми, а У него было под началом до ста человек рабочих. Он не умел управлять, был плохой организатор, иногда вскипал и раздражался, был то придирчив, то недостаточно настойчив и требователен. Если это и была просто временная раздражительность усталого и нервного человека, то от этого ни ему, ни окружающим не было легче. «Мне противен весь этот народ», — писал он Смоллу, рассказывая

о своем небольшом горшечном заводе. Но больше всего он не выносил ведения каких-либо переговоров и заключения сделок. «Я прихожу в ужас, когда мне приходится вести переговоры, и я ненавижу заключать сделки, — откровенно писал он Смоллу, когда шла речь о предоставлении ему работы в Англии. — Я ни в каком случае не могу иметь дела с рабочими, с денежными суммами и с расчетами рабочих».

Но в этой работе была одна хорошая сторона: она давала Уатту определенный заработок. Его дела несколько поправились: он начал даже расплачиваться с долгами. «Слава богу, — писал он, — у меня сейчас есть основание думать, что, пока я здоров, я в состоянии выплатить мои долги и жить прилично. Ничего больше я не желаю так страстно».

«Наконец-то я могу уплатить свои долги и даже платить еще кое за что, и теперь я надеюсь, что я со временем буду не хуже людей».

Но это материальное благополучие продолжалось сравнительно недолго.

В 1772 году в Шотландии произошли события, оказавшие очень большое влияние на дальнейшую судьбу Уатта. Расцвет шотландской торговли во второй половине шестидесятых годов вызвал спекулятивную горячку и основание ряда дутых предприятий. Хорошо знавший шотландские дела Адам Смит обвиняет в содействии этому шотландские банки, слишком легко предоставлявшие кредиты. Действительно, финансовая политика банков была очень неосторожна, и достаточно было внешнего толчка, краха одной лондонской торговой фирмы, ведшей дела и в Шотландии, чтобы над ней пронеслась волна банкротств. Эта волна захватила и то предприятие, в котором работал Уатт, — Монклэндский канал; она сокрушила окончательно и Рэбэка, дела которого уже и до этого были довольно запутаны. Теперь, когда ему особенно нужны были деньги, он нигде не мог получить ссуды. Над предприятием его было учреждено конкурсное управление.

Уатт оставлял свою работу по постройке канала без всякого сожаления: он хотел снова заняться геодезическими съемками, непрочь был бы даже уехать в Англию, где он просил Смолла приискать ему работу.

«Наш канал еще не остановился, — писал он ему, — но, должно быть, дело скоро будет ликвидировано… Я прихожу в ужас, когда мне приходится заключать какие-нибудь сделки или проверять отчеты. И зачем я буду дальше продолжать эту ненавистную работу, когда я могу геодезическими съемками и консультациями получить почти столько же денег, затрачивая

вдвое меньше труда и, как я полагаю, с большим успехом, так как всякий человек всегда наносит себе ущерб, беря на себя какое-либо дело, на которое он не способен… Рекомендуя меня на работу, помните, что я могу выполнять следующие работы: сделать точную геодезическую съемку или дать правильный отчет в любой области строительного дела, направить трассу канала, вымерить число кубических ярдов, вынутых или подлежащих выемке, консультировать при сделках относительно стоимости работ, указать, как должны быть выполнены работы, но я никоим образом не могу иметь дела с рабочими, с расчетами и с рабочей отчетностью…»

Теряя место в Монклэндском предприятии, Уатт не опасался остаться без работы. Гораздо сложнее обстоял вопрос относительно дальнейшей судьбы машины. Сохранение договора с Рэбэком теперь теряло всякий смысл. Это было настолько очевидно, что тут должны были умолкнуть всякие угрызения совести в том, что он, Уатт, втянул Рэбэка в невыгодную сделку. А между тем Рэбэк, как утопающий за соломинку, схватился было и за машину Уатта, и последнему с большим трудом удалось его убедить, что нельзя сделать с ней в несколько дней того, чего не было Достигнуто за годы работы. «Рэбэк теперь обратил свои мысли, — писал Уатт Смоллу, — к машине и льстит себя надеждой, что он может закончить опыт с маленькой машиной, забывая, что я уже достиг достаточных успехов с машиной этих размеров и что трудности возникли только с машиной с цилиндром в 18 дюймов. Я, однако, отговорил его от этого, ибо, не восхваляя себя, я все же не могу себе представить, как он в несколько дней выяснит все затруднения и придумает средства их устранить, на что я затратил так много труда. У меня еще два мотива против его планов: во-первых, нежелательность предоставления этого изобретения несведущим посторонним лицам, а затем и то, что он сам не сможет продолжать работу, не пользуясь указаниями, планами и личным участием с моей стороны, чего я в моем настоящем положении не в состоянии сделать».

Уатт не отчаивался и собственными силами закончить работу над своим изобретением, но «для этого должна была быть уверенность в успехе, — как он писал Смоллу, — и благоприятные условия, чтобы иметь возможность произвести нужные опыты для определения достоинств машины».

Наилучшим выходом из положения было бы, конечно, соглашение с Болтоном. Уатт снова возвращался к своей любимой мысли, но теперь дело шло уже не об участии Болтона и Смолла совместно с Рэбэком, а о полном вытеснении Рэбэка из

предприятия путем выкупа у него всей его доли в патенте. «Я вам это говорю, — писал Уатт Смоллу, — чтобы больше заинтересовать вас в успехе, так как великодушие лишь в малой степени должно направлять наши действия». Далее он указывал, что «доктор Рэбэк должен мистеру Болтону известную сумму денег, которая может итти в счет частичной уплаты за его долю, а цена его пая никогда не будет так низка, как сейчас…

Я считаю, что вы и мистер Болтон должны иметь известную долю в патенте без каких-либо денежных выплат с вашей стороны доктору и мне при условии только, чтобы вы взяли на себя обязательство нести расходы на предстоящие опыты и изыскать средства для постройки машин в случае успеха…

Я думаю, что по крайней мере половинная доля в патенте должна принадлежать мистеру Болтону и вам».

В Сохо это все взвесили и обдумали уже давным-давно и именно потому, получив письмо Уатта, решили немного подождать, расчитывая, что ждать придется недолго, и незачем сейчас торговаться о цене, когда скоро, при полной ликвидации дел Рэбэка, вся его доля попадет в руки Болтона, как одного из его кредиторов. Об этих соображениях, конечно, Уатту не написали, а облекли отказ в лицемерно дружескую форму: «Для мистера Болтона и для меня, — писал Смолл, — как и для всякого порядочного человека невозможно купить у двух особенно близких друзей то, что не имеет рыночной цены и особенно в такой момент, когда они склонны расстаться с предметом за неподобающую цену».

Эта переписка происходила поздней осенью 1772 года, а в конце марта 1773 года Болтон уже назначил Уатта своим уполномоченным по ликвидации дел Рэбэка, доля которого в патенте переходила к нему — Болтону. Куда вдруг делась прежняя высокая оценка Болтоном уаттовского изобретения! Теперь, беря рэбэковскую долю, Болтон делал вид, что оказывает великое благодеяние изобретателю и идет на очень большой риск. Он сравнивает себя в письме к Уатту с пробирных дел мастером. Он согласен взять пробу и посмотреть, сколько золота там содержится. «Все это дело пока еще тень, — писал он Уатту, — всего только идея. Оно потребует много времени и денег для своего осуществления. Мы еще не проделали экспериментов, которые соответствовали бы моим желаниям, а в деловых европейских кругах обстановка так ужасно запутана, что у меня голова недостаточно свободна, чтобы думать о новых планах».

Болтон был во многом прав. Действительно пришлось затратить еще много времени, труда и денег, пока машина стала

приносить доход.

Летом соглашение Уатта с Рэбэком было расторгнуто. Права последнего перешли к Болтону. Ликвидация проведена была очень ловко и нельзя сказать что бы к особенной выгоде Уатта.

Уатт считал себя очень обязанным Рэбэку. Но в чем, собственно, заключалась помощь Рэбэка изобретателю? Только в том, что он уплатил старый долг Уатта, правда, довольно большой —1000 фунтов стерлингов, но в дальнейшем он не выложил ни одного пенса ни на приобретение патента, ни на расходы по постройке моделей и машины. За все платил Уатт, и некоторую помощь ему оказал Блэк: он дал ему деньги на приобретение патента. В общем, Уатт истратил на постройку машины около 200 фунтов стерлингов, что представляло для него порядочную сумму — равнялось его годичному заработку. Понятно, что при таких условиях Рэбэк, как о нем впоследствии говорил Блэк, проявлял «большую твердость и решительность в случае неудачи с машиной или непосредственных расходов и постоянно подбодрял Уатта, говоря, что не следует обращать внимания на расходы, а следует только удваивать усилия, чтобы преодолеть затруднения».

В сущности, это было явным нарушением договора, по которому все расходы по постройке машины и приобретению патентов Рэбэк брал на себя. При ликвидации соглашения Уатт прощал этот долг Рэбэка «из соображений взаимной дружбы, как сказано в акте, и полагая, что выплаченная им, Рэбэком, тысяча фунтов составляет больше, нежели стоимость собственности на две трети патента».

В общем, при ликвидации всего этого дела никто не выложил ни одного пенса. Болтон при этом ничем решительно не рисковал: он приобретал две трети патента, прощая за это Рэбэку его старый долг — 630 фунтов, но едва ли можно было рассчитывать вообще что-либо получить по этому векселю. Болтон обязывался уплатить Рэбэку первую тысячу фунтов стерлингов из прибылей, которые будут получены от эксплоатации изобретений Уатта. Конечно, тогда Болтону легко будет уплатить ее. Ведь это случится, когда изобретение, действительно, приобретет коммерческую ценность, тогда за этой первой тысячей последует и много других.

Рэбэк тоже мог считать себя вполне удовлетворенным. Из предприятия он выходил почти без убытков: две трети понесенных им расходов ему погашали сейчас, а в перспективе еще имелось получение кругленькой суммы в тысячу фунтов.

Уатт тоже был доволен. Он вообще никаких денег не спрашивал, а на расходы в 200 фунтов смотрел как на «деньги,

затраченные на учение».

После ликвидации соглашения с Рэбэком машина в> Киннэле была разобрана и отправлена в Бирмингам, но самому Уатту пришлось еще целый год пробыть в Глазгоу. Он взялся за большую геодезическую работу: проведение трассы канала, пересекающего всю северную горную Шотландию, так называемого Каледонийского канала. Работа была очень ответственная, и пришлось ее вести в дикой бездорожной местности в холодное время года.

Во время одной из своих отлучек на съемке канала он получил известие о болезни жены. Он поспешил домой в Глазгоу, но уже не застал ее в живых. Потеря жены была тяжелой, ничем не вознаградимой утратой. Они прожили вместе десять лет. Он женился в июле 1764 года. Это был брак по любви. Нескладный, долговязый, робкий, молодой механик глазгоуского университета долго ухаживал за своей кузиной Маргаритой Миллер, и Маргарита, действительно, оказалась золотым человеком для Уатта. Веселая и жизнерадостная, может быть, не с очень большим умом, но с большим здравым смыслом, она никогда не падала духом при неудачах, постигших ее мужа. Она глубоко верила в талантливость Джемса и своим оптимизмом лучше чем кто-либо умела его приободрить в тяжелые минуты. «Не волнуйся, Джеми, и не падай духом, — как-то писала она в ответ на его жалобы на неудачи с машиной, — если, в худшем случае, ничего не выйдет из этой машины, то найдется что-либо другое, что пойдет хорошо. У тебя непременно найдется какое-нибудь дело, которое принесет удачу».

Долгое время Уатт был совершенно подавлен. «Я не впал в меланхолию, — писал он Смоллу, — но я потерял большую долю моей привязанности ко всему на свете и даже к моим собственным изобретениям». Ему было тяжело оставаться в Глазгоу, и ничто больше не связывало его с Шотландией. Весной 1774 года по окончании работ на Каледонийском канале Уатт выехал в Бирмингам.

Бирмингам и Корнуэлс

Незадолго до своего отъезда из Шотландии Уатт писал Смоллу: «В этой стране слишком много нищих, и я боюсь, что она вообще вся полетит к чорту. Цены на продукты чрезвычайно высоки, и издаются законы, чтобы они такими и оставались, но, по счастью, все усиливается стремление к эмиграции, и люди как-будто склонны показать своим господам, притесняющим их, что они могут обойтись и без них. К тому моменту, когда двадцать или тридцать тысяч человек покинет эту страну, дело повернется к невыгоде земельных собственников».

Даже такой, далеко не очень внимательный к социальным явлениям, происходящим перед его глазами, наблюдатель, каким был Уатт, не мог не отметить первых этапов процесса, который известен под именем аграрной революции XVIII века. Приблизительно с середины XVIII века начался этот процесс обезземеливания шотландского крестьянства, и вызван он был стремлением развить в широких размерах овцеводство для снабжения сырьем шерстяной промышленности Шотландии. В шотландских горах оказалось возможным разводить овцу шевиот, но для зимних пастбищ понадобились долины, и держатели ферм, и мелкие арендаторы должны были уступить место нежной шевиотской овце. Со стороны землевладельческой аристократии, владевшей в Шотландии огромными пространствами земли, начался безжалостный сгон крестьянства с насиженных мест. Много шотландцев тогда эмигрировало в Америку. Этот процесс шел, усиливаясь с каждым следующим десятилетием. Сгон с земли герцогини Сутерландской нескольких тысяч держателей вошел классическим примером в историю этой аграрной революции.

В Шотландии аграрная революция в шестидесятых и семидесятых годах только начиналась, но в той стране, куда ехал Уатт, в Англии, она уже подвинулась далеко вперед. Огораживания шли полным ходом, создавая рациональное капиталистическое фермерское хозяйство с одной стороны, и широкие массы согнанного с земли крестьянства — кадры рабочей силы для нового машинного способа производства — с другой.

Наряду с этой аграрной революцией начинался переворот в другой области — в области промышленности. За три года до рождения Джемса Уатта, в 1733 году, плотник по профессии и изобретатель по духу, Джон Уайатт, построил первую прядильную машину — «Машину, чтобы прясть без помощи пальцев», как

озаглавил он описание ее. «Машину, делающую пряжу без скучной работы рук, ставших ненужными», как характеризовал ее один из третьестепенных современных поэтов.

Механизм заменил собой руку рабочего, стал выполнять его работу.

Промышленная революция была провозглашена.

Большие машины, приводимые в движение лошадьми, водой или ветром, носились в мечтах Уайатта. Сокращение на одну треть необходимой рабочей силы, расширение предприятий за счет полученной экономии, новые барыши для промышленника, новые источники заработка для широких масс населения, «для ткачей, стригалей, шерстомоек, чесальщиков шерсти», — вот о чем мечтал Уатт, но пока это были только мечты; в действительности же на прядильне Уайатта в Бирмингаме всего только три года пришлось походить в упряжке привода двум ослам, которые приводили в движение единственную, стоящую там, изобретенную им прядильную машину, а затем дело остановилось.

В тот 1765 год, когда Уатт сделал свое гениальное изобретение — отдельный конденсатор — ткач и мельничных дел мастер (millwright) Джемс Харгревс построил свою маленькую прядильную машину «Дженни» с восемью веретенами, навлекшую сначала на изобретателя ненависть его земляков, а потом быстро распространившуюся по многочисленным коттэджам деревенских прядильщиков.

В 1769 году, в тот год, когда Уатт взял свой первый патент на паровую машину, цирульник и часовщик Ричард Аркрайт получил патент на украденную им у другого изобретателя прядильную машину, так называемую ватерную машину. А несколько лет спустя в одном из ущелий, в цепи холмов около города Дерби, горная речушка завертела большое водяное колесо, приводящее в движение несколько тысяч веретен на аркрайтовских ватерных машинах на его прядильне, на которой работало 300 человек.

В то пятилетие (1774–1779 гг.), когда Уатт, как мы увидим, будет устанавливать свои первые машины для откачки воды, деревенский прядильщик и ткач Кромптон построит свою новую прядильную машину «молю», соединяя в ней основные технические принципы «Дженни» и «ватерной» машины. На ней можно будет прясть нить столь же тонкую, как на «Дженни», и столь же прочную, как на ватерном станке. Пока это будет еще небольшой станок, который сможет поставить к себе в коттэдж деревенский прядильщик, и будет он приводится в движение от руки, но еще лет через пятнадцать из него вырастет большая машина в 300–400 веретен, и двигателем для нее будет водяное

колесо.

В тот год, когда Уатт получит свой знаменитый патент 1784 года на паровую машину как универсальный двигатель крупной промышленности, Эдмунд Картрайт начнет, не имея ни малейшего понятия ни о ткачестве, ни о механике, сооружать свой механический ткацкий станок. Через год, в 1785 году, он получит патент на него. В 1787 году 20 станков этой системы будут работать на его фабрике в Йоркшире. Через два года он установит тут вместо конного привода паровую машину, а еще через два года только-что построенная им большая фабрика с 400 станками запылает подожженная кустарями-ткачами, испуганными, что это чудовище лишит их заработка.

Весь производственный цикл текстильной промышленности охватывается рабочими машинами, помимо перечисленных главнейших, изобретается ряд машин для вспомогательных процессов.

Вот один из результатов этих технических сдвигов:

Из Англии вывезено было хлопчатобумажных изделий (в тыс. фунтов стерлингов):

в 1730 г.— 13
» 1764 »— 200
» 1787 »—1101
» 1800 »—5400

«Паровая машина в том виде, как она была изобретена в конце XVII века, в мануфактурный период, и просуществовала до начала восьмидесятых годов XVIII века, не вызвала никакой промышленной революции. Наоборот, именно создание рабочих машин и выдвинуло необходимость революционирующей паровой машины» (*Маркс* «Капитал» I, гл. XIII, § 1).

Этот процесс создания рабочих машин в XVIII веке происходил особенно отчетливо в области текстильной промышленности, но некоторые аналогичные черты можно отметить и в других важнейших ее отраслях. Возьмем, например, металлургию.

Когда в 1735 году Абрагам Дэрби, железных дел мастер и заводчик в Колбрукдэле, в графстве Шропшайр на западе Англии, продолжая работу своего отца, получил, наконец, чугун, выплавленный на коксе, то он не только вывел черную металлургию Англии из тупика, куда грозило завести ее катастрофическое истощение топливной базы вследствие вырубки лесов, но он создал и известную предпосылку к новым

потребностям в мощном двигателе. Ведь коксовая доменная печь требовала гораздо более сильного дутья, нежели домна, работающая на древесном угле.

Способ Дэрби вплоть до пятидесятых годов XVIII века был известен только в пределах Шропшайра, но вместе с распространением выплавки чугуна на коксе, а также вместе с увеличением размеров доменных печей росла потребность в более мощном двигателе, который в свою очередь, явился одной из важных предпосылок дальнейшего развития в металлургической технике.

Когда в 1784 году Генри Корт взял свой патент на новый способ получения железа из чугуна, пуддлингование и на прокатный стан, то он тоже создал новую потребность в мощном двигателе.

Но технические сдвиги в металлургии имели в создании и развитии паровой машины гораздо более важное значение в другом отношении: они дали тот материал, из которого строится сама машина, так как только усовершенствования Дэрби в чугунно-литейном деле, потом развитые его бывшим компаньоном Вилькинсоном, позволили отливать технически удовлетворительные чугунные цилиндры для атмосферной, а потом и паровой машины, а пуддлинговое железо Корта (и его последователей) в течение почти всего XIX века послужило главным материалом для постройки паровой машины.

Но зачем забегать так далеко вперед, когда в XVIII веке третье крупнейшее изобретение того времени в области металлургической техники сыграло свою роль в создании уаттовской машины. Было бы интересно узнать, из какой стали были сделаны резцы, обтачивающие внутреннюю поверхность паровых цилиндров. Не из тигельной ли стали, изобретенной шеффильдским часовщиком Гентсманом еще в 1740-х годах?

11 марта 1776 года в «Бирмингамской газете» можно было прочитать следующую заметку:

«В прошлую пятницу была пущена на угольной шахте в Блюмфильде около Дэдлей паровая машина, построенная на основании новых принципов мистера Уатта. При этом присутствовали ее владельцы: мистер Бэнтлей, Баннер, Уоллен и Вестлей и целый ряд ученых джентльменов, любопытство которых было возбуждено желанием увидеть первые движения этой столь своеобразной и мощной машины и ожидания которых полностью оправдались благодаря ее превосходной работе. Обратило на себя внимание и вызвало восхищение хорошее выполнение изделия. Все чугунные литые части, которым нет равных в смысле

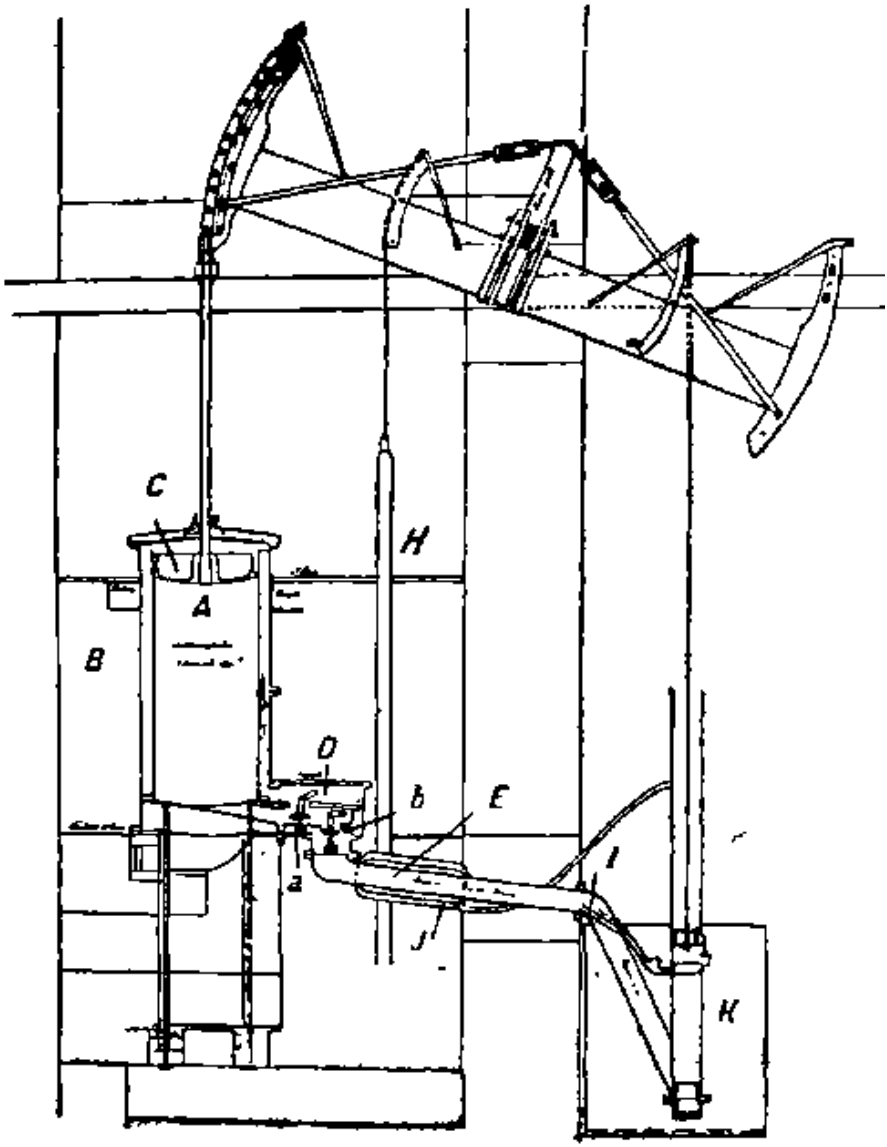
точности, были изготовлены мистером Вилькинсоном; конденсатор с клапанами, поршнями и все мелкие детали были сделаны в Сохо мистером Гаррисоном, и вся машина была сооружена мистером Перрином, по планам и под руководством мистера Уатта. С самого начала, как она была пущена в ход, она стала делать около 14–15 ходов в минуту и выкачала воду из шахты (90 футов глубиной и наполненную водой до высоты 57 футов) меньше, чем в час времени».

Торжество, конечно, сопровождалось обильным угощением.

«Присутствовавшие джентльмены, — можно было прочесть дальше в заметке, — затем отправились обедать; обед был подан поблизости, и рабочие последовали их примеру. После этого, согласно обычая, машине было дано имя, а именно она была названа «Парламентской машиной» при радостных кликах множества ликующих искусных рабочих».

Далее сообщался ряд технических сведений о машине и восхвалялись ее владельцы.

«Эта машина приводит в движение насос, диаметром в 14½ дюймов, который может работать на глубину 300 футов или даже, если нужно, 360 футов, потребляя всего лишь ¼ того количества топлива, которое потребовала бы обыкновенная машина для производства того же количества силы. Цилиндр ее диаметром 50 дюймов, а ход поршня. 7 футов.



Чертеж одной из первых, построенных Болтоном и Уаттом, машин (1776 года). Репродукция с собственноручного чертежа Уатта (буквы поставлены для пояснения чертежа автором книги).

A — внутренний цилиндр (диаметр 44 дюйма); B — наружный цилиндр; C — поршень; D — пароораспределительная камера; E — конденсаторная пароотводная труба; F — воздушный насос для выкачивания воздуха и конденсационной воды; H — брус, регулирующий движение пароораспределительных клапанов; I — инжекционная трубка; J — кожух на конденсаторе (пространство между E и J наполнено холодной водой); K — резервуар, наполненный водой для охлаждения конденсационного аппарата; a

и b — тарелочные клапаны. В изображенном на чертеже положении сообщение между верхней и нижней частью цилиндра A открыто и пространство заполнено паром, сообщение же цилиндра с конденсатором закрыто. В следующий момент клапан a, поднявшись, закроет сообщение между верхней и нижней частью цилиндра, а клапан b, опустившись, откроет сообщение нижней части цилиндра с конденсатором E, куда устремится пар, конденсируясь на холодных стенках конденсатора. Осаждение пара будет усилено от одновременной с этим инжекции (впрыскивания) воды через трубку I. В пространстве цилиндра A под поршнем C получится разрежение, и давление пара на верхнюю поверхность поршня, не уравновешенное снизу, опустит поршень до нижнего днища цилиндра. Тогда снова перемещение клапанов a и b изолирует цилиндр от конденсатора и откроет сообщение между верхней и нижней частью цилиндра, а вес штока H и поршня рабочего насоса поднимет поршень C снова до верхнего края цилиндра, причем пар из пространства над поршнем C перейдет в пространство цилиндра под ним.

Широта взглядов, проявленная владельцами блюмфильдских шахт, выразившаяся в том, что они заказали первую большую машину этого типа и отвергли обыкновенную машину, уже начатую постройкой, заслуживает благодарности общества, так как благодаря этому примеру устраняются сомнения неопытных людей и окончательно решается вопрос о важности и полезности изобретения. Принципы действия этой машины совершенно отличны от других машин. Они изобретены мистером Уаттом (из Глазгоу) после многих лет изучения и множества разнообразных дорогих и трудных опытов. Машины эти строятся теперь под его и мистера Болтона руководством на мануфактуре Болтона и Фодзергиля около этого города. Они почти уже достроили четыре штуки и установили производство их по очень широкому плану так, чтобы сделать их применимыми почти для всех целей, где нужна механическая сила, большая или малая, и где нужно получить движение вращательное или качательное» (т. е. прямолинейно-возвратное. — *М. Л.*).

Заметка, как и полагается, заканчивалась рекламой Ради нее репортер несколько неточно изложил факты. Конечно, никакого крупного производства машин на мануфактуре Болтона и Фодзергиля пока еще не было налажено, точно так же, как не имело места еще всевозможное применение машины для вращательного движения. Для того, чтобы это было осуществлено должно было пройти еще около десяти лет, а пока машина могла только при помощи балансира приводить в действие насос.

Конечно, все эти подробности рассказал репортеру Болтон, не без умысла, вероятно, смешавший собственные пожелания, надежды и перспективы с действительными фактами.

Но эти маленькие неточности газетного репортажа были, конечно, пустяками по сравнению с тем фактом огромной важности — первого применения уаттовской машины в промышленности. Это была уже не какая-то экспериментальная установка, хотя бы в большом натуральном масштабе, но тут уаттовская машина становилась орудием производства, неразрывной частью предприятия и должна была дать определенный не только технический, но и экономический эффект. С этого момента и начинается история практического применения этой так называемой «первой паровой машины», или «машины простого действия» (так как пар в ней действует на поршень только с одной стороны).

Надо иметь в виду, что функции ее очень ограничены: «В этой форме, — говорит Маркс, — (она) оставалась простой подъемной машиной для воды и соляного раствора» (*Маркс*, «Капитал», I, гл. XIII).

Уатт почему то не присутствовал на торжестве пуска машины. Он очень волновался и был даже не вполне уверен в успехе. В одном только он был вполне уверен — это, что машина будет работать много выгоднее ньюкомэновской. За последние годы он испытал уже не одну ньюкомэновскую машину и еще несколько месяцев тому назад, когда был в Лондоне, хлопоча там о патенте, урвал свободную минуту и побывал на лондонских водокачках, чтобы посмотреть, как работают ньюкомэновские насосы. На одной из них ему ничего не удалось узнать о машине, и машинист «наговорил всякой ерунды относительно высоты столба поднимаемой ею воды», — как писал он Болтону.

Но на другой водокачке Уатту удалось измерить температуру и количество инжекционной воды, и отсюда он приблизительно мог вычислить объем пара, расходуемый на один ход поршня. Оказалось, что потери пара в цилиндре составляют сорок процентов. Расчет был очень приблизительный, Уатт пользовался при этом законом скрытой теплоты парообразования, считая скрытую теплоту пара в 800 единиц.

Уатт несколько раз перечитал заметку в «Бирмингамской газете». Дебют удачен, и удача была вполне им заслужена. Вот уже почти два года, как он вырвался из Глазгоу, перебрался в Бирмингам и смог, наконец, всецело заняться своей машиной. Кончилась погоня за заработком. Уатт был теперь обеспечен, так как по соглашению с Болтоном он получал по 330 фунтов

стерлингов в год за разработку и техническое осуществление своего изобретения.

Этот первый успех, о котором в газете было написано несколько строк, стоил ему много труда. Когда он приехал в мае 1774 года в Бирмингам, то его уже ожидали здесь присланные еще за год до того части машины Киннэля. При ликвидации дел обанкротившегося Рэбэка они достались Уатту и Болтону без всякого труда, так как прочие кредиторы Рэбэка с удовольствием сбыли их с рук как ненужный хлам, но для Уатта оловянный цилиндр киннэльской машины был, пожалуй, дороже, чем все пошедшее с молотка имущество Рэбэка.

Все лето и осень Уатт собирал машину в Сохо. Ей уже была предназначена работа: накачивать в верхний резервуар отработавшую воду, приводящую в движение водяное колесо шлифовальных станков. В таком применении машины не было ничего странного или необычного. Только при такой своеобразной водяной трансмиссии силу атмосферного давления и свойство пара возможно было использовать для получения вращательного движения. Это было почти аксиомой для доуаттовских энергетиков, и именно в такой только комбинации и можно было встретить на металлургическом заводе ньюкомэновскую машину, раздувающую, особенно во время засухи, когда воды было мало, мехи печей.

Но перевезенная из Киннэля машина предназначалась главным образом все же для опытов. На ней Уатт в течение долгого времени проверял почти все свои усовершенствования и изобретения. В конце-концов в ней не осталось почти ни одной части, которые были привезены из Киннэля. Постепенно в ней сменили цилиндр, поставили другой конденсатор, новые клапаны, насосы новой системы, ее приспосабливали к паровому молоту, один раз чуть не продали, затем хотели приспособить ее к прокатному стану для прокатки олова, наконец, на ней испытывался один из механизмов, придуманный Уаттом для передачи прямолинейного движения во вращательное. Машина честно прослужила Уатту много лет…

Когда по прибытии ее из Шотландии ее стали собирать в Сохо (летом 1774 г.), то началась снова обычная возня с цилиндром и с поршнем. На страницах уаттовского дневника снова замелькали заметки о разных набивках поршня: шерсть, конский волос, войлок, навоз, бумага… После нескольких месяцев работы машину, повидимому, удалось наладить, и в ноябре 1774 года Уатт писал отцу: «Дело, которым я сейчас здесь занят, повидимому, будет успешным, т. е. огненная машина, которую я изобрел, находится в ходу сейчас и гораздо лучше

отвечает всем требованиям, нежели какая-нибудь другая из сделанных до сих пор. Я надеюсь, что изобретение будет очень выгодно для меня». Но радость была преждевременна: вскоре цилиндр снова закапризничал. «Прирабатывать» его, повидимому, выпало на долю Болтона.

«Машина идет удивительно плохо, она делает всего только 8 ходов в минуту, а когда Джозеф попытался ее исправить, то она совершенно остановилась», — писал Болтон Уатту, который в это время (весной 1775 г.) находился в Лондоне — хлопотал там о продлении патента.

Добиться продления патента было чрезвычайно важно. Ведь уже шесть лет прошло с момента выдачи его, а окончательный успех еще не был достигнут. До срока истечения действия патента оставалось всего только восемь лет. Успеет ли Уатт за это время окончательно усовершенствовать машину, успеет ли Болтон поставить ее производство в достаточно широких размерах, успеет ли он продать за это время достаточно большое количество машин, чтобы из премий их владельцев покрыть понесенные расходы и получить достаточно большой доход? Это было еще большим вопросом. Прежде чем вкладывать деньги, Болтон хотел гарантировать себе достаточно большой срок. Уатт отправился в Лондон, чтобы добиться там или продления срока патента, или же нового патента. Последнее, может быть, было даже лучше, так как в этом случае можно было исправить вкравшиеся промахи в редакции текста первого патента. Но юристы, с которыми посоветовался Уатт, предложили лучше просто продлить патент. Однако и это была сложная и длинная процедура, так как дело должно было проходить через парламент.

— Монополия! Монополия! — раздавалось в парламенте, когда вносился соответствующий билль.

— Монополия! Монополия! — гремел с парламентской трибуны вождь вигов Бэрк.

«Примите же во внимание и интересы изобретателя», — взывал Уатт в своей брошюре (написанной, конечно, под диктовку Болтона), которую он распространял среди членов палаты общин:

«Если изобретение имеет ценность, то это было достигнуто благодаря труду и расходам изобретателя, — говорилось в брошюре. — Изобретатель боролся со слабым здоровьем и с многими неудобствами для того, чтобы довести изобретение до совершенства, и все, чего он желает, — это получить гарантию тех доходов, которые он не может получить иначе, как приложивши все усилия к тому, чтобы осуществить это изобретение на практике. Благодаря же этому и общество окажется в большом

выигрыше…

Ни один человек не откажется от известной ему уже машины и не остановит своего предприятия для того, чтобы поставить машину новой конструкции, если он не вполне уверен, что от этого получит значительную выгоду. А если изобретение действительно настолько превосходит старые машины, что побуждает применить его, то вполне разумно, чтобы и автор этого изобретения был бы вознагражден».

Конечно, не эта аргументация, а влияние Болтона, имевшего очень много друзей в лондонских влиятельных кругах, дало благоприятный оборот делу. Патент был продлен на двадцать пять лет, до 1800 года.

В июне 1775 года мы видим Уатта снова в Бирмингаме — он работает над чертежами двух больших машин. Одну заказал железозаводчик Вилькинсон для приведения в движение мехов, а другая была заказана для угольной шахты в Блюмфильде. Эти первые заказы были получены Болтоном по знакомству. Сделка с владельцами блюмфильдской шахты была заключена за обеденным столам.

Цилиндры для обеих машин были заказаны у Вилькинсона. Только у него во всей Англии имелся станок для точной расточки цилиндра, и действительно они у него выходили на славу. Уатт был в восторге от них: «Я никогда не видел лучшего цилиндра, чем этот», — писал он Вилькинсону.

Когда началась сборка машин, Уатт буквально не отходил от них и ездил то к Вилькинсону, то в Блюмфильд, а Болтон все время повторял ему: «Не пускайте машины прежде, чем вы не будете вполне уверены, что она пойдет хорошо».

Первой была окончена машина в Блюмфильде, вскоре за ней была пущена и на заводе Вилькинсона.

Но несмотря на все приложенные старания, несмотря на благополучно прошедшее испытание и торжественный пуск, машины все же оказались очень плохи, и владельцы их через год-другой стали громко выражать свое недовольство.

Неужели, действительно, должны были сбыться предсказания Смитона, утверждавшего, что уаттовская машина настолько сложна, что в Англии не найдется ни инструментов, ни рабочих, которые могли бы ее построить.

В неприятной переписке, завязавшейся по этому поводу между Вилькинсоном и заводом Сохо. Уатт должен был признать, что действительно тогда в 1775–1776 годах в Сохо «могли построить только плохие машины». Он сваливал вину на Болтона: Болтон де торопил начать производство машин на рынок, а он, Уатт, настаивал, что с этим нужно еще повременить и произвести

ряд опытов в Сохо, но его не послушали, и «время, которое следовало бы употребить на опыты, было потрачено на постройку машин».

Уатт, должно быть, забыл, что он сам еще в начале 1775 года, когда хлопотал о патенте, искал в Лондоне заказчиков на свою машину и чуть было не договорился с одной из лондонских водопроводных станций. Но эти препирательства с недовольными заказчиками начались уже много позже, пока же в 1776 году машиной остались вполне довольны.

Это был первый успех Уатта.

Теперь можно было заняться и своими личными делами.

Еще в прошлом, 1775 году, Уатт перевез из Глазгоу в Бирмингам обоих своих детей. На кого он мог их оставить тут во время частых и длительных свои) отлучек из Бирмингама? К тому же не трудно было предвидеть, что, по мере того как будут поступать заказы, Уатту придется все чаще и чаще быть в отъезде, так как руководить сборкой, монтажей машины на месте, пока еще было некому, и ему нужно будет всюду самому следить за каждым шагом неопытных рабочих.

Летом 1776 года Уатт уехал на два месяца в Шотландию, где и женился. Это был брак по расчету. Анна Мак-Грегор, жена его, оказалась особой довольно состоятельной, но женщиной властной и как-будто несколько сребролюбивой. Нельзя сказать, чтобы отношения их были проникнуты особенной нежностью и теплотой. Будущий тесть Уатта, как человек осторожный и предусмотрительный, пожелал поближе познакомиться с общественным и материальным положением своего будущего зятя и попросил показать ему его соглашение с Болтоном, но такового у Уатта налицо не оказалось по той простой причине, что компаньоны до сих пор, т. е. год спустя после своего устного соглашения, еще не оформили своих отношений юридически.

По просьбе Уатта Болтон в письме изложил основные пункты соглашения: Уатт передавал Болтону две трети прав на патент, за что Болтон нес все расходы по экспериментированию и постройке машин, а также брал на себя всю коммерческую сторону дела^, тогда как Уатт целиком ведал технической стороной.

Мистер Мак-Грегор, повидимому, удовлетворился этими условиями, ему польстило иметь зятем компаньона такого крупного фабриканта, как Болтон, и Анна Мак-Грегор стала женой Уатта.

По возвращении из Шотландии Уатту недолго пришлось пробыть в Бирмингаме. В ноябре он уже снова уехал в Лондон ставить машину для винокуренного завода в одном из лондонских пригородов, в Стратфорде ле Боу, так как посланный

сюда из Сохо мастер никак не мог наладить машину. К этому делу надо было отнестись особенно внимательно: «Перебои в работе машины, — писал Уатт Болтону, — разрушат нашу репутацию здесь, а также и в других местах».

За полтора года было поставлено четыре машины, но разъездов и хлопот с ними было много. Что же будет, когда осуществятся мечты Болтона «о постройке ежегодно по двенадцати-пятнадцати поршневых машин и по пятидесяти ротационных»?

А Болтон действительно хотел уже строить такое количество машин, просил даже Уатта «заказать у Вилькинсона дюжину цилиндров, отлитых и рассверленных, в диаметр от 12 до 50 дюймов, и столько же конденсаторов соответствующих размеров».

«Уверяю вас, — писал он Уатту, — что я никогда не буду уделять столько внимания всяким безделушкам, которые мы изготовляем в Сохо, сколько я уделю огненным машинам».

Не успел Уатт в Лондоне поставить машину и вернуться в Бирмингам, как снова пришлось уезжать и сидеть чуть ли не два месяца, монтируя машину на угольной шахте около Ковентри.

Планы Болтона, правда, пока только в его воображении, росли с каждым днем: «Если мы имели бы готовыми сотню колес (ротационных машин) и еще сотню небольших машин, как машина в Боу, и двадцать больших машин, то мы легко могли бы найти им сбыт», мечтал он. Но то были только лишь планы и мечты. Уаттовский насос сравнительно медленно завоевывал английский рынок. Гораздо больший интерес со стороны покупателей как-раз в эти первые годы был проявлен к ротационной машине (паровое колесо). Еще в начале 1775 года, когда Уатт был в Лондоне по делам патента, он писал Болтону, что «имеется почти неограниченный сбыт для паровых колес в Вест-Индию, по цене 100 фунтов стерлингов за каждую лошадиную силу».

К сожалению, «колесо» было пока еще настолько несовершенно, что пускать его на рынок было невозможно, и покупателям на запросы дипломатично отвечали, что оно требует еще некоторых «небольших исправлений».

Несмотря на первые, в общем, успешные установки, будущее уаттовской машины должны были создать не шахты центральных графств Англии, не лондонские водокачки, не винокуренные заводы. Уаттовская машина выросла и окрепла на далеком западе Англии, где узкая полоска земли вдается глубоко в океан, а недра покрытых вереском холмов таят в себе богатейшие залежи олова и меди. Тут, на Корнуэлских медных и оловянных рудниках,

сложились те условия эксплоатации, для которых уаттовская машина была как бы специально создана.

Горная промышленность Корнуэлса, насчитывавшая уже не одну сотню лет, как-раз в это время переживала тяжелые времена. Все доступные залежи олова и меди уж были выработаны, расширяться в стороны было бесполезно, так как рудоносный район занимал очень малую площадь. Руда зато шла далеко вглубь, но это богатство, лежащее тут же под ногами, можно было добывать только с огромными трудностями и с большими расходами: углублению рудников мешала вода. Борьба с водой велась в Корнуэлсе долго и упорно. Для борьбы с водой были мобилизованы решительно все средства, какие могла дать современная техника. В Корнуэлсе стояли самые большие, построенные Смитоном, машины Ньюкомэна — одна с диаметром цилиндра 72 дюйма и четыре с цилиндрами в 70 дюймов. Они качали на глубину 80 фатомов (480 футов). Дальше этого предела мощности итти было невозможно: нельзя было ни построить, ни перевезти более крупного цилиндра. Огромные машины еле-еле справлялись со своей работой, и эксплоатация их стоила страшно дорого в стране, где каждый бушель привозного каменного угля был на счету.

Горняки почти отчаялись победить воду, но все же пока не сдавались.

«Почти все старые рудники, — писал Уатт из Корнуэлса, — уже выработаны, а итти глубже не позволяет мощность поставленных на них машин. Машины очень неуклюжи, а здания, в которых они стоят, разваливаются, и все в них пропитано водой из резервуаров».

Корнуэлские предприниматели жадно искали средств, чтобы помочь беде. Они разузнали о «шотландской машине» (т. е. уаттовской) уже очень давно, когда Уатт еще делал свои опыты в Киннэле. Может быть, о ней рассказал им Болтон, закупавший в Корнуэлсе медь для своего завода.

Уаттовская машина, несравненно более экономная в расходе топлива, нежели ньюкомэновская, и вместе с тем более мощная, была настоящей находкой для Корнуэлса; с другой стороны и Корнуэлс мог оказаться золотым дном для строителей новой машины. Это очень хорошо понимал Болтон, и по его приглашению группа корнуэлских горных промышленников приехала летом 1776 года в Сохо, осмотрела уаттовские машины на блюмфильдской шахте и в Брозлей у Вилькинсона и осталась, повидимому, ими очень довольна. Визит, однако, не обошелся без недоразумений.

Один из приехавших горняков, Тривайтик, украл чертеж

машины Уатта. Болтон был глубоко возмущен. «Мы не держим школы, чтобы учить постройке машин, а делаем их сами», — написал он в Корнуэлс с просьбой немедленно вернуть чертеж. В результате посещения Болтон и Уатт получили первый заказ на большую машину для рудника Тинг-Танг в Корнуэлсе.

«Мне кажется, нас будут здорово теребить в отношении постройки машин, — со свойственным ему оптимизмом писал Болтон Уатту, сообщая ему эту приятную новость, — но я не боюсь отстать, если мы только выберем правильный путь».

Машина шла завоевывать богатый край. «Дело идет о нашей чести», — писал Уатт Вилькинсону, заказывая ему цилиндр для машины.

Первые машины были отправлены в Корнуэлс летом 1777 года.

Где же и как строились эти первые машины и где в дальнейшем будет вестись производство уаттовских машин?

Конструкторское бюро — мозг современного завода. В Сохо не было ни конструкторского бюро, ни просто чертежной. Чтобы увидеть, где составляются чертежи машин, нужно выйти за ограду завода и, пройдя некоторое расстояние, войти в небольшой дом на Харпер Хил, где живет Уатт. Тут, если еще не очень рано, мы, вероятно, застанем его, низко склонившегося над чертежами. Он работает один. У машиностроительной фирмы «Болтон и Уатт» он единственный чертежник и конструктор. Пока он справляется с работой, но недалеко то время, когда он «будет трепетать при мысли, что предстоит сделать полный комплект чертежей». Он будет тогда просить Болтона «найти способного чертежника, так как он уже не может больше выдержать». Он получит помощника, который будет работать тут же рядом с ним в его доме. Уатт нередко будет им очень недоволен: на изобретателя нелегко угодить. Лишь в 1 790 году будет устроена чертежная на самом заводе.

Уатт далеко не каждый день ходит на завод, он бывает там чаще, когда Болтон в отъезде.

«Мы систематизируем производство машин, — писал Болтон Смитону в 1778 году, — так же, как мы это сделали раньше в производстве пуговиц. Мы обучаем рабочих и делаем инструменты и машины для изготовления отдельных частей уаттовской машины с большей точностью и дешевле, чем это возможно при помощи обычных методов работы. Наша мастерская и оборудование будут достаточно велики, чтобы строить все машины, которые понадобятся вскоре нашей стране, и поэтому не будет иметь смысла другим конструкторам затрачивать деньги на сооружение подобных заводов, так как это

было бы равносильно постройке мельницы для того, чтобы смолоть бушель зерна».

Читая эти строки, можно подумать, что речь идет о настоящем большом заводе с массой специальных станков и большими кадрами рабочих. Болтон умел пускать пыль в глаза, но, вероятно, он очутился бы в затруднительном положении перед посетителем, который пожелал бы посмотреть на его «систематизированный способ» постройки машины, на его кадры высококвалифицированных рабочих, на специальные инструменты и машины. Болтон, вероятно, затруднился бы показать все это по той простой причине, что далеко не все это у него было.

Посетителя привели бы к низенькому строению на одном из задних дворов мануфактуры Сохо, и, войдя в мастерскую, он увидел бы два горна и один токарный станок. Вот и все «специальное оборудование». В 1780 году сюда поставили еще второй станок для обточки штоков поршня, но первый же опыт изготовления их на заводе в Сохо был настолько неудачен, что штоки стали заказывать на стороне. В Сохо делались только некрупные, но требующие точной работы детали машины, а также, винты, болты, гайки. Изготовление парораспределительного механизма — самой ответственной части машины, поручалось самым опытным рабочим, и производство держали в секрете.

Болтон интересовался техникой производства, придумал и хотел поставить зубонарезной станок; он предложил шлифовать отдельные детали на плоском камне, вращать который должна была паровая машина, к ней же должен был быть присоединен сверлильный станок, но все это так и осталось в проекте.

Уатт не проявлял никакого интереса к технике производства, он не придумал ни одного приспособления Для обработки металла, но к рабочим он был строг и даже придирчив. Его письма к Болтону наполнены жалобами на пьянство, воровство и леность рабочих. «Мы можем очень мало рассчитывать на наших рабочих в Сохо, — писал он Болтону. — Джемс Тейлор начал сильнее пить. Он упрям, своенравен и недоволен. Машина, над которой работал Картрайт, — сплошной ряд ошибок и промахов. Смит и остальные невежественны, и за всеми ими нужно ежедневно присматривать, чтобы не вышло чего-либо худшего. Если у меня был бы человек опытный и осторожный, который смотрел за ними с утра до ночи, то эти безобразия можно было бы избежать, а жизнь моя была бы гораздо легче».

Он требовал от Болтона принятия строгих мер и вообще был склонен прекратить производство машинных частей в Сохо. «Всем

лентяям нужно сказать, — писал он, — что если они будут так же невнимательны, как до сих пор, то их прогонят с завода. Вообще в расходах по постройке машины Сохо был постоянной статьей больших расходов для нас, и если нельзя улучшить производство, то нужно его совсем прекратить и раздавать работу на сторону».

По части прижимания рабочих Уатт шел гораздо дальше Болтона. Впрочем, мягкое — относительно, конечно — обращение Болтона с рабочими объяснялось очень просто: чрезвычайной трудностью найти мало-мальски знающих людей.

«Действительно, кузница требует решительных улучшений, — писал Болтон Уатту. — Пэпло и другие вечно пьяны, я поговорил с ними сначала мягко, а потом пригрозил и подыскиваю хороших работников, которые теперь очень редки».

Но все же где строилась машина?

На заводе Вилькинсона в Бершеме отливали цилиндры и растачивали их на его запатентованном станке, у Вилькинсона же делали и днища цилиндров, поршень, воздушный насос, конденсатор. Чугунный кожух а цилиндр отливали на одном из литейных заводов в Бирмингаме, мелкие отливки производили на месте постройки машины, медные трубы везли из Лондона. Все эти части фирма «Болтон и Уатт» заказывала за счет заказчика — владельца рудника или мельницы.

Транспорт всех этих деталей представлял собой довольно сложную проблему. Цилиндр с вилькинсоновского завода отправляли в порт Честер и там грузили на корабль. Не всегда можно было найти судна с достаточно большим люком в трюм. Из-за этого, например, большой цилиндр для машины Тинг-Танг застрял в пути и его обогнал другой меньший цилиндр для другой машины в Корнуэлсе — Уиль-Бизи. Плавание по морю далеко не всегда проходило благополучно, особенно во время войны с Францией, когда северный и южный каналы кишели пиратами. У капитана всегда на этот случай имелись в запасе выкупные деньги. Впрочем, один только раз части уаттовской машины попали в руки французов.

Корнуэлские порты были совершенно не приспособлены для больших грузов: в них не было кранов, и выгрузить тяжелый цилиндр на берег представляло собой нелегкую задачу.

Постепенно отдельные части привозились к месту сборки. Котел обычно клепался на месте местными кузнецами, которые в своем искусстве могли потягаться с лучшими английскими кузнецами и работали Даже дешевле. «В Корнуэлсе есть хорошие и плохие кузнецы, — писал Уатту на запрос о рабочей силе на месте один из корнуэлских инженеров, Горнблоуэр, один из будущих конкурентов Уатта в деле постройки паровых машин. —

И те и другие пьют очень здорово», — заканчивал Горнблоуэр свою рекомендацию.

Расходы и ответственность по сборке машины на месте лежали на покупателе, но из Сохо присылались опытные монтеры и обыкновенно приезжал и Уатт. Несколько лет спустя, в 1779 году, он составил подробнейшую инструкцию по сборке машины.

4 августа 1777 года Уатт с женой выехал в Корнуэлс. На этот раз не надолго, всего на полтора месяца, но в течение ближайших четырех-пяти лет он будет проводить добрую половину времени на крайнем западе Англии, «на краю земли». Уатты ехали больше недели, местами можно было пробираться только верхом.

Первые впечатления от страны были удручающие. И действительно, рудный район Корнуэлса на свежего человека, попадавшего туда впервые, производил чрезвычайно унылое впечатление. Миссис Уатт и корреспондент одной из газет того времени описывали ландшафт почти в одних и тех же выражениях. «Корнуэлс, — писал корреспондент, — представляет собой дикий и странный вид, там мало следов плодородия или культуры, наоборот, вся поверхность страны глубоко изрыта и перевернута многими тысячами рудников; глаз, привыкший к приятным ландшафтам, здесь встретит только странные кучи камня, отвалы из рудников, где добывается олово. Горняки, однако, могут доставить вам удовольствие, показал вам свои рудники, а в особенности любопытные огненные машины. Вообще же страна ничем не может вызвать хорошее мнение о себе путешественника».

Насколько непривлекательна была страна, настолько несимпатичны показались Уатту и люди. «Я никогда не видел более грубых людей, чем здесь». На общем собрании пайщиков одного из рудников «лишь немногие, — по его мнению, — имели вид джентельменов, а остальные не обиделись бы, если бы их приняли за углекопов».

«Корнуэльцы грубы, как медведи, своенравны, как свиньи, упрямы, как мулы, и тверды, как железо их страны, — писал досужий корреспондент газеты. — Самые бедные из них живут столь нищенски, что наши бедняки из окрестностей Лондона скоро бы погибли, попади они в эти условия. Рабочие обычно кормят свои семьи только картофелем или турнепсом, им не приходится есть мяса даже раз в три месяца».

Уатт быстро понял, в каком критическом положении находилась корнуэлская горная промышленность. Взором победителя окидывал он страну, считая залитые водой или заливаемые шахты местами своих будущих побед. Ведь с точки

зрения интересов фирмы «Болтон и Уатт» каждый затопленный рудник обозначал возможность получения заказа на паровую машину. Когда Уатт прибыл в Корнуэлс, то машина для шахты Уиль-Бизи была уже почти собрана. Пуска ее в ход ожидал с нетерпением весь, можно сказать, Корнуэлс. Даже те из мастеров, которые побывали в Сохо, проявляли некоторый скептицизм к ожидаемой работе машины: Корнуэлский медный рудник — это все же нечто иное, чем какая-нибудь воздуходувка на заводе Вилькинсона. Некоторые владельцы рудников упорно не верили в успех Уатта, продолжая ставить ньюкомэновские машины с чудовищными котлами. Другие предпочитали выждать результатов испытания на Уиль-Бизи и, в случае успеха, готовы были дать заказ. Особенно большое недоверие проявили инженеры-мастера на рудниках.

Уатт жаловался на их косность и рутину. Едва ли это было справедливо: его встретили не явно враждебно, но к нему присматривались, не особенно доверяли, а может быть, даже и не вполне понимали его разговоры и объяснения. Да Уатт и не мог претендовать на особенно дружелюбное к себе отношение, ведь тут, в Корнуэлсе, были, можно сказать, целые династии мастеров-строителей, постигших в совершенстве все тонкости постройки ньюкомэновской машины, замечательные практики своего дела. Конечно, для местных инженеров Уатт был непрошенным пришельцем. Уатт с большой опаской относился к ним, каждую минуту ждал какого-нибудь подвоха, но самые крупные из них, Горнблоуэры, постарались сразу установить с ним контакт, другие подошли к нему после удачного пуска машины в Уиль-Бизи. Впечатление от работы уаттовской машины было действительно потрясающим.

«Пока еще машина собиралась, у нас было очень много зрителей, — писал Уатт, — и некоторые уже уверовали. Все старосты будут завтра здесь, чтобы увидеть чудо».

На другой день, действительно, происходил пуск машины при огромном стечении народа. «Быстрота, стремительность, величина и ужасный шум, производимые машиной, доставляют всем зрителям полное удовлетворение, как верующим, так и неверующим. Я один или два раза регулировал машину, чтобы смягчить ее удары и заканчивать ход с меньшим шумом, но мистер Уильсон (директор рудника) не может спать, если она не кажется просто бешеной. Я поэтому предоставил это дело машинисту».

Уиль-Бизи выполнила свое назначение: она открыла машинам Уатта дорогу в Корнуэлс. Вскоре после успешного пуска ее были получены заказы на две машины гораздо больших

размеров. Но окончательная победа была одержана только в следующем году.

Осень и зиму 1777–1778 года Уатт был очень занят в Бирмингаме: готовил чертежи для нескольких машин, заказы на которые поступали со всех концов. Летом он снова отправился в Корнуэлс на пуск двух очень крупных машин — Тинг-Танг и Чэсуотэр.

«Чэсуотэр, — писал он, — это наш главный козырь, потому что, если ей удастся откачать воду из рудника, то все сомнения исчезнут». В Корнуэлсе твердо установилось мнение, что если машина будет в состоянии откачать воду из этого рудника, то она сможет сделать это на любом руднике Корнуэлса, так как Чэсуотэр считался труднейшим рудником во всей стране. Результатов работы машины ждали с нетерпением многие предприниматели. В случае успеха они готовы были немедленно заказать для своих рудников уаттовские насосы. Уатт целые дни проводил у машины и ежедневно писал Болтону, точно отмечая, насколько понизился уровень воды в руднике. С каждым днем у владельцев рудника повышалось настроение по мере того, как машина освобождала от воды все новые и новые ярусы. «Капитан Мэнор (капитанами на руднике назывался административный персонал. — *М. Л.*) безумно влюблен в машину», — писал Уатт.

«Несмотря на силу предубеждения против нас, ничто не может спасти рудники, кроме наших машин; Даже неверующие из рудника Далькот теперь заискивающе запрашивают нас об условиях поставки», сообщал Уатт Болтону принятую новость.

Нам незачем итти по следам постройки и пуска в ход каждой машины. Не все ли равно, как называется рудник: «Чэсуотэр», или «Пиво и Пирог», или «Девичий Рудник», или еще как-нибудь иначе. Обычно машины работали вполне успешно, но иногда начинали капризничать, и причины неполадок оказывались иногда самые неожиданные. Так, например, та же Чэсуотэр через две недели после пуска стала работать очень плохо. Над ней напрасно бились несколько дней. «Я сначала думал, — писал Уатт, — что в цилиндре остался кусок доски или клок пакли, или, может быть, чья-нибудь шляпа, или куртка, которые попали в выпускное отверстие». Чрезвычайно любопытны уже подобные предположения, но дело объяснилось гораздо проще: была оставлена не привинченной и не припаянной одна деталь.

К концу 1778 года Уатт считал, что главнейшие трудности по внедрению паровой машины в Корнуэлсе уже преодолены. «Во всем графстве, — писал он, — установилось полное доверие к машине». Но пока эти успехи дали лишь очень мало дохода. Деньги должны были притти позже, но вместе с ними открылась и

обратная сторона медали, и успехи таили в себе зерно крупнейших неприятностей для Болтона и для Уатта.

К 1783 году во всем Корнуэлсе осталась только одна ньюкомэновская машина, остальные были все заменены уаттовскими. За это время Болтон и Уатт поставили тут двадцать одну машину. Они считали, что рынок Корнуэлса уже исчерпан, но их расчеты оказались неправильными. В ближайшие годы они поставили еще несколько десятков машин.

Завоевание Корнуэлса стоило Уатту не только огромной затраты энергии, труда, но и физических лишений. Чего только стоили одни проливные дожди Корнуэлса, буквально изводившие Уатта. Но Корнуэлс не являлся единственной областью его работы. В центральной Англии был за это время установлен не один десяток уаттовских машин на каналах, водокачках, шахтах; на последних, впрочем, в меньшем количестве, так как тут при дешевизне угля меньше всего сказывалось преимущество уаттовской машины.

Уатт был завален работой. Он то неделями сидел, не разгибая спины, над своими чертежами, то ехал на установку машины, — нигде нельзя было обойтись без его помощи и наблюдения. Он был один и всюду должен был поспевать. «Мне кажется, — писал он Болтону, — я должен быть разрезан на части, чтобы по одной послать каждому из колен Израилевых». Его письма пестрят просьбами, странными на первый взгляд — не брать больше заказов. «Это в самом деле невозможно, — писал он, — я совершенно подавлен. Та тщательность и внимание, которых требует наша работа, заставляют меня в настоящее время бояться новых заказов и испытывать от них такой же сильный ужас, как другие люди испытывают радость».

Эту огромную работу выполнял человек очень некрепкого здоровья. Сильнейшие и упорные мигрени были для него настоящим несчастьем. Сын Уатта вспоминал, как его отец часами неподвижно сидел перед камином, оперев голову на руку и жестоко страдая от нестерпимой головной боли.

«Моя мигрень сегодня справляет свой недельный юбилей», — с горькой иронией писал он Болтону. Вполне естественно, что усталый до крайности и больной человек терял иногда всякую уравновешенность.

Целый ряд внешних обстоятельств, кроме того, иногда лишал Уатта возможности спокойно работать. После первых успехов или, вернее, даже в результате этих успехов, Уатту и Болтону пришлось выдержать очень тяжелый натиск на их права со стороны тех же самых корнуэлских предпринимателей. С несколько пессимистическим преувеличением Уатт утверждал,

что «все люди как-будто сговорились ограбить нас».

Дело заключалось в следующем: уже в первый год своего товарищества Болтон и Уатт обдумывали, какую систему премий установить за пользование их машиной. Болтон первоначально предлагал строить машину за ту же самую цену, что и обыкновенную ньюкомэновскую, затем гарантировать потребителям половинный расход топлива, а экономию ниже этого уровня получать в свою пользу.

Вскоре Болтон и Уатт отказались от этой мысли и перешли к системе премий, равной одной трети экономии топлива по сравнению с ньюкомэновской машиной. На деле расчет этот, несмотря на свою кажущуюся простоту, оказался чрезвычайно сложным. Ведь новая машина никогда не производила ту же самую работу, что ее предшественница: она должна была выкачивать или большее количество воды, или с — большей глубины. Пришлось исходить из работы какой-то гипотетической ньюкомэновской машины и из возможного потребления ею угля. Уатт очень увлекся этой идеей и составил целый ряд таблиц, но расчет все же был настолько сложен, что иногда не вполне был понятен даже для рудничной администрации. Эти платежи были неудобны для предпринимателей еще и потому, что никогда нельзя было заранее учесть сумму премий и, кроме того, приходилось выплачивать наибольшие суммы именно тогда, когда рудник давал наименьший доход. Но Уатт со свойственным ему отсутствием делового чутья упорно держался этой системы и не шел ни на какие соглашения с предпринимателями, а те предлагали установить твердую годичную сумму. Наконец, Болтону самому пришлось приехать в Корнуэлс и заключить соглашение на такой способ выдачи премий, причем за основу расчета брался диаметр поршня и длина его хода. Уатт и тут проявил поразительную негибкость, настаивая на определенных датах платежа. «Жесткий торг — плохой торг», — поучал его Болтон коммерческой мудрости.

«Эти споры о годичных взносах так для меня неприятны, что я крайне сожалею, что потратил так много моего времени и денег на эту паровую машину», — раздраженно писал Уатт Болтону.

«В свободную минуту забавляйте себя тем, — возражал ему Болтон, — что подсчитывайте, сколько премий мы будем иметь за восемнадцать месяцев со всех машин, сооруженных в Корнуэлсе. Вы увидите, как это подымет ваше настроение», — не без иронии поучал Болтон своего нервного компаньона.

Но эти споры о способах взимания премий были пустяками по сравнению с тем движением, которое поднялось в Корнуэлсе против патентных прав Болтона и Уатта. Возникал даже вопрос о

проведении законодательным путем их отмены. Снова всплывало обвинение в монополии, которым так охотно любили пользоваться ранние сторонники фритрэда. «Если это действительно монополия, — возмущался на это Уатт, — то это монополия такого рода, что благодаря ей их рудники стали более продуктивны, чем были когда-либо. Ведь мы же отдаем им свыше двух третей получаемых выгод от сбережения топлива и оставляем себе только одну треть».

Гораздо опаснее был аргумент, выставленный в пользу отмены патента на том основании, что спецификация составлена недостаточно ясно. Как-раз на этом основании в это же самое время была поднята кампания против патентов Аркрайта, заведомо укравшего чужое изобретение. В случае их аннулирования мог создаться очень опасный прецедент. «Хотя я и не люблю Аркрайта, — писал Уатт, — но мне очень не нравится этот прецедент устранения патента на основании неправильности спецификации; я очень боюсь за наш патент и вообще начинаю терять веру в патенты. Я боюсь, что нам поднесут то же самое блюдо ради общественного блага!»

На этот раз гроза благополучно миновала, но через двенадцать лет этот натиск снова возобновился в Корнуэлсе и выразился в отказе от платежей премий со стороны предпринимателей.

Страх лишиться плодов своего труда не раз охватывал Уатта в течение этих лет. Страх усиливался еще несколько запутавшимися денежными отношениями с Болтоном, затянувшим своего компаньона в рискованные операции.

Уже за несколько лет до заключения договора с Уаттом предприятия Болтона из года в год терпели убыток. В 1780 году эти убытки составляли 11 тыс. фунтов стерлингов на капитал в 20 тысяч. Болтон слишком быстро развивал свое дело, слишком зарывался. Некоторое значение имела тут и эксплоатация изобретения Уатта, на первых порах требовавшая значительных расходов и не дающая никаких прибылей.

Болтон был должен значительную сумму одной из лондонских банкирских контор — Лоу Вэр и К°. Контора тоже оказалась не вполне солидной и в 1778 году стала особенно настойчиво требовать выплаты ссуд. Это было как-раз в год первых больших успехов уаттовской машины в Корнуэлсе. Болтон в поисках денег ничего лучшего придумать не мог, как предложить Уатту заложить машины у корнуэлских банкиров. Конечно, это было утопией: машина не успела даже себя твердо зарекомендовать. И, кроме того, такая операция могла бы подорвать доверие к фирме в Корнуэлсе. Болтон сумел получить

деньги из другого источника, а кроме того, устроил себе долгосрочный заем в 7 тыс. фунтов стерлингов у некоего мистера Висса — купца по профессии. Висс тоже потребовал погашения ссуды из премий, получаемых с паровых машин, причем требовал, чтобы эта премия выплачивалась ему непосредственно владельцами рудников. На это Болтон и Уатт не согласились, но все же премии пришлось заложить, подкрепив поручительством Болтона и Уатта. Поручительство это стало для Уатта тяжелым кошмаром. Он настойчиво просил Болтона освободить его от этого обязательства.

«Мне казалось, что я в течение часа отказываюсь от плодов труда всей моей жизни и что если какое-нибудь несчастье случится с вами или со мной, то я оставлю жену и детей лишенными всяких средств к существованию, выбросив единственную драгоценность, которой меня одарила судьба».

«Эти сделки лежат таким тяжелым гнетом на моей душе, что я стал совершенно безразличным ко всему».

Денежные затруднения продолжались сравнительно недолго. В 1781 году Болтон стоял накануне банкротства, в следующем году он уже свел концы с концами. Выпутаться из тяжелого положения помогли премии с паровой машины.

Почти все биографы Уатта обвиняют его в эгоистичности, в отсутствии добрых товарищеских чувств, когда он отказался поддержать в трудную минуту Болтона. Но нельзя же отрицать, что все эти затруднения возникли благодаря запутанным делам только самого Болтона, Уатт же был втянут в эти финансовые комбинации лишь как соучастник в патенте. Нельзя также отрицать и того, что Болтон с большой беззастенчивостью пытался наложить руку на уаттовские машины, мало считаясь с интересами самого изобретателя. Если Болтону принадлежало две трети в патенте, то все же одна треть принадлежала Уатту; технически часто было очень трудно проводить разграничение, но операции с долей Болтона отражались и на использовании патента в целом. Надо, наконец иметь в виду, что Болтона спасли от банкротства премии, получаемые с уаттовских машин. Вместо обвинений по адресу Уатта скорее можно говорить об очень широкой эксплоатации изобретателя и его имени зарвавшимся капиталистом.

Первая половина восьмидесятых годов — время огромной и напряженной работы Уатта по постройке машин, но это также годы большого расцвета его изобретательского творчества.

В эти годы в его уме возник и был осуществлен тот комплекс изобретений, из которых сложилась так называемая «вторая машина Уатта», тот «первый мотор, который, — как говорит

Маркс, — потребляя уголь и воду, сам производит двигательную силу и действия которого находятся всецело под контролем человека» (*Маркс*, «Капитал», I, гл. XIII).

Отдельные этапы этого развития паровой машины от простого насоса к универсальному двигателю промышленности мы сейчас и проследим.

Мельница Альбиона

То, что наступило в Корнуэлсе в 1783 году, Болтон и даже Уатт предсказывали за пять лет до этого. В течение двух или трех лет, — писал Уатт в 1778 году, — здесь (т. е. в Корнуэлсе) нужно будет не менее 12 машин, после чего их понадобится очень немного, так как их будет уже довольно, чтобы добывать руду в достаточном количестве».

Не надо было иметь особенно много проницательности, чтобы предвидеть, что когда на всех рудниках будут установлены уаттовские машины, то фирме «Болтон и Уатт» в Корнуэлсе нечего будет больше делать. Уатт отсюда не делал никаких выводов. Их за него делал Болтон. Капитал требует непрерывного обращения, раз пущенное в ход колесо не может остановиться. Круговорот капитала должен происходить безостановочно в непрерывном процессе расширенного воспроизводства. «Коммерческая ценность» изобретения определяется тем, насколько оно способствует этому процессу. Применение машины Уатта только в качестве усовершенствованного насоса очень ограничивало спрос на нее.

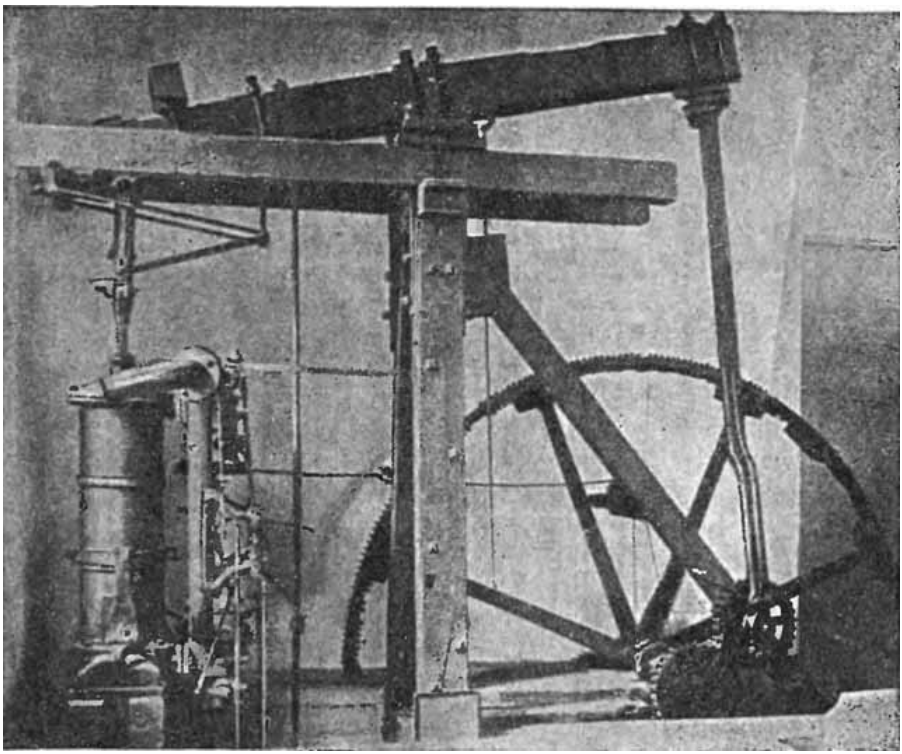
«Другого Корнуэлса не найти», — писал Болтон Уатту и видел выход из положения в новых применениях машины, а изобретение действительно таило в себе широкие возможности, и найти эти новые применения было нетрудно: их требовала сама жизнь.

Мельница (как понимали это название в Англии XVIII в. — всякое промышленное предприятие с механизмами) — вот широкое поле для использования паровой машины, но для этого она должна быть превращена в двигатель, который мог бы приводить в движение эти механизмы. «Наиболее вероятным направлением для увеличения потребления наших машин, — говорил Болтон Уатту, — является применение их к мельницам. Это, несомненно, широкое поле деятельности»…

«Я думаю, что мельницы, — говорил Болтон, — хотя это и мелочь по сравнению с корнуэлскими машинами, представляют собой, однако, безграничное поле деятельности, и этот рынок будет более постоянным, чем эти неустойчивые рудные предприятия».

Болтон уже представлял себе, как он усеет всю Англию своими паровыми «мельницами», как они будут подымать уголь из шахт, молоть зерно, прокатывать железо и медь. Он торопился разрекламировать новое широкое применение паровой машины, о том, что пока было еще лишь предметом его желаний, писал как о

совершившемся уже факте: «Мы применяем теперь наши машины для всякого рода мельниц, как-то: мукомольные мельницы, прокатные для железа и меди, для подъема угля из шахт и вообще для всяких других целей, где применима ветряная или водяная мельница… Эти мельницы могут быть сделаны гораздо более мощными, нежели любая из водяных мельниц Англии». И это писалось в феврале 1781 года, когда еще даже не было подано заявки на патент на превращение прямолинейного движения во вращательное. «Сотня машин, дающих по 100 фунтов стерлингов в год каждая, лучше, чем всякий Корнуэлс», — подсчитывал Болтон ожидаемые доходы.



Машина Уатта 1788 года.

Так думал Болтон, но далеко не так думал Уатт. Изобретатель и промышленник решительно разошлись в своих взглядах на экономическую ценность и широкую применимость ротативной машины. И насколько Болтон был убежден, что будущее принадлежит именно ротативной машине, настолько Уатт долго еще сомневался в экономической целесообразности производства машин с вращательным движением. Лет через тридцать Уатту пришлось констатировать факт, что его машина (с вращательным движением и двойного действия) стала

универсальным двигателем промышленности: «В большинстве наших больших мануфактур, — писал он в своих примечаниях к «Механике» Робисона, — эти машины заменяют собой водяную, или ветряную, или конную мельницу. Вместо того, чтобы придвигать предприятие к источнику силы, теперь этот первичный источник помещается там, где это наиболее удобно для предпринимателя».

Так писал Уатт в 1814 году, но едва ли он подписался бы под этими словами в конце семидесятых или в начале восьмидесятых годов XVIII века: тогда он еще сомневался, что его машина может вытеснить собой силу водяного потока. Он не представлял себе, как быстро и в каких огромных размерах возрастет промышленность в ближайшем будущем, как никаких горных потоков и ручьев нехватит, чтобы приводить в движение водяные колеса всевозможных «мельниц», и как именно тогда его машина даст выход из создавшегося тупика и сама станет могучим стимулом этого роста. С точки зрения последующего развития Уатт высказывал иногда поразительные по своей близорукости вещи. Его письма к Болтону полны советов не увлекаться этими вращательными машинами, а лучше строить насосы: с ними меньше хлопот и дадут они больше доходов в виде премий.

«Если вы будете возвращаться домой через Манчестер, то, пожалуйста, не ищите заказов на машины для хлопчатобумажных мельниц, потому что, как я слышу, сейчас на севере Англии на мощных потоках строится такое множество этих мельниц, что скоро эта отрасль промышленности будет переполнена и, следовательно, наши труды пропадут даром».

«Я ясно вижу, что каждая вращательная машина будет стоить нам вдвое больше труда, чем водоподъемная машина, и за это даст нам всего только половину дохода. Я прошу вас не брать больше заказов на вращательные машины, пока мы не разгрузимся от имеющейся у нас работы»…

Зная эти взгляды своего друга и компаньона, Болтон даже предупреждал своих корреспондентов не вступать с Уаттом в полемику по этим вопросам. «Вы должны иметь в виду, что мистер Уатт не дооценивает достоинств своих собственных произведений», — писал он. Да, Уатт, действительно, их «не дооценивал», он не мечтал о будущем, он не заглядывал далеко вперед, по крайней мере не писал об этом в своих письмах. Его фантазия облекалась в замечательные механические комбинации, но она не рисовала ему грядущих широких перспектив. Он не обладал как-раз той чертой воображения, которой был так богато наделен Болтон. Этот человек видел и предвидел несравненно больше и дальше, чем Уатт, вероятно, потому, что он превосходно

чувствовал пульс окружающей жизни.

Потому так своеобразно и сложились их роли в их общем деле усовершенствования и постройки паровой машины: промышленник настаивал, убеждал, торопил и толкал вперед изобретателя, а тот подвигался не всегда охотно, не хотел видеть, что делается кругом, хотя для этого не надо было обладать особой прозорливостью. Паровую машину с вращательным движением требовали всюду; она была нужна для самых разнообразных отраслей промышленности — от медных кузниц Корнуэлса до хлопчатобумажных мельниц Манчестера. «В Лондоне, Манчестере, Бирмингаме люди с ума сходят по паровой мельнице», — писал Болтон Уатту в апреле 1781 года.

«Дьявол коловращения замышляет что-то, — восклицал на это Уатт, — я уверен, что он закрутит их в Бэдлам (сумасшедший дом) или Ньюгэт (долговая тюрьма)».

Легендой окутан один из важнейших моментов в истории паровой машины, а именно момент превращения ее из парового насоса в паровой двигатель с вращательным движением…

…Низкая и полутемная комната трактира «Конь и телега» в Бирмингаме… Клубы табачного дыма… За одним из столов двое посетителей, по виду рабочие, оживленно о чем-то разговаривают, и один из них что-то горячо доказывает другому, набрасывая мелом на дубовой доске стола какой-то чертеж. Разговор, должно быть, интересный не только для обоих собеседников: кое-кто из посетителей подошел к столу. Среди подошедших какой-то таинственный незнакомец, прислушивающийся особенно внимательно к их беседе… Напрасно лишняя кружка эля так развязала язык Ричарда Картрайта — мастера с завода Сохо…

Мэтью Пикар, фабрикант стальных изделий в Бирмингаме, вскоре получил патент на «свое изобретение» — превращение прямолинейного движения паровой машины во вращательное при помощи *кривошипа.* Уатту на много лет был отрезан путь для использования своего изобретения…

Мир получил паровой двигатель — действительно, в полном смысле этого слова — не из рук его изобретателя, а от укравшего его мысль недобросовестного дельца. Но гениальный изобретатель обошел препятствие: он придумал пять других способов превращения прямолинейного движения поршня во вращательное движение вала…

Таково предание.

Что же происходило в действительности?

В июле 1778 года в Сохо пришло письмо из Бристоля. Некий Мэтью Уозброу, владелец небольшой меднолитейной и

механической мастерской, запрашивал Болтона и Уатта — не согласны ли они сделать для него небольшую машину их новой системы, только предназначенную не для откачки воды, а для приведения в движение станков в его мастерской. Он уже придумал и механизм для этой цели: зубчатая дуга на конце балансира сцеплялась с шестерней и приводила во вращение шестерню и ось, на которую она была надета. При обратном движении коромысла шестерня расцеплялась с осью. Если же Болтон и Уатт не желают принять заказ, то, может быть, они дадут ему лицензию на постройку уаттовской машины для того, чтобы снабдить ее таким вращательным механизмом.

«Надо будет об этом написать Уатту, — подумал Болтон, прочитав письмо, — хотя у нас сейчас так много всяких других дел, что, пожалуй, не стоит возиться еще и с этим заказом. И заказчик-то как-будто не из очень солидных. Насколько я знаю — это еще совсем молодой человек, лет двадцати пяти, недавно вступивший пайщиком в отцовское предприятие. А парень все же, должно быть, с головой — что придумал! Вертеть станки в мастерской при помощи нашей машины… Я давно уже говорил Уатту, что надо серьезно заняться вращательным движением, так как на такую машину всегда будет спрос… Все-таки окончательного отказа мы в Бристоль пока не пошлем…»

Уатт в это время был по горло занят в Корнуэлсе, и ему тоже было не до проектов бристольского механика. Получив письмо Болтона, он вспомнил, что лет десять тому назад он видел на одной из нортумбэрлэндских шахт на севере Англии, как ньюкомэновская машина при помощи зубчатых передач вращала ворот для подъема угля. Приспособление все же в конце-концов признали негодным и заменили его водяным колесом.

Получив из Сохо уклончивый ответ, Уозброу, однако, не успокоился: он запатентовал свой механизм и поставил у себя в мастерской ньюкомэновскую машину, но вместе с тем продолжал добиваться соглашения с бирмингамскими фабрикантами, но те продолжали относиться к этому очень сдержанно.

Весной 1779 года пуговичные фабриканты Бирмингама передавали друг другу любопытную новость: «Джемс Пикар у себя на фабрике пуговиц и стальных изделий поставил огненную машину, которая приводит в движение все ее механизмы. Машину установил механик из Бристоля Уозброу. Передаточное устройство сделано по его, Уозброу, системе, да и Пикар внес кое-какие усовершенствования, запатентовав их, правда, только почему-то в Шотландии, где ему выдали патент на «мельницу, или машину для вращения, сверления, помола зерна, вообще всякого рода помола и всякой работы, которую может

производить мельница при помощи вращательного движения».

Уозброу продолжал вести переговоры с Болтоном и Уаттом, но те все еще предпочитали выжидать.

«Он хочет от нас машин, — писал Уатт, — но мы должны быть более уверены в успехе его механизма…»

Болтон все же был немного взволнован появлением нового конкурента, опасаясь как бы из его механизмов, действительно, не получился большой толк.

Уатт стал со своей стороны обдумывать способ получения вращательного движения:

«Недавно, — писал он в апреле 1779 года одному из болтоновских заказчиков, — мне пришел в голову способ превращения прямолинейного движения машины во вращательное, который имеет то преимущество, что все время имеет место воздействия одинаковой силы, т. е. непрерывной силы тяжести, и поэтому не будет происходить остановок при обратном действии машины, как, я слышал, должно происходить в машине Уозброу». Уатт не дал в письме объяснения механизма.

Болтону все казалось, что Уатт уделяет этому вопросу слишком мало внимания и поторапливал его.

«Мистер Болтон желает, — писал один из компаньонов Болтона, Кэйр, Уатту, — чтобы вы, как только у вас будет свободное время, направили ваши мысли на усовершенствование вашей системы получения вращательного движения… Он очень желал бы установить такой механизм на машине в Сохо».

Но Уатт довольно равнодушно относился к этим аргументам. «Что касается кругового движения, то я займусь им, как только я смогу, но предвижу, что в ближайшее время я буду очень занят и много буду находиться вне дома».

Применение кривошипа очень рано пришло в голову Уатту. Теоретически это не было открытием, трудность заключалась в *практической применимости* его к паровой машине.

Надо иметь в виду, что это была машина простого действия с рабочим ходом поршня только в одном направлении. Движение ее было очень медленным и неравномерным, один ход поршня был нередко значительно короче или длиннее другого. Вопрос о применении кривошипа к атмосферной машине неоднократно обсуждался крупными техническими авторитетами эпохи, и в одном из докладов в Королевском обществе можно было прочитать, что «применение кривошипа для получения вращательного движения теоретически является вполне простым и естественным, но на практике оно оказывается совершенно невозможным вследствие характера движения машины, которое зависит от силы пара и не может быть урегулировано в

отношении длины хода поршня, а поэтому при первом же отклонении машина будет сломана». При уровне теоретических знаний той эпохи применение кривошипа в паровой машине представлялось не вполне удачным решением проблемы. Уатт в этом отношении не составлял исключения.

Но все же одна из первых его попыток получения вращательного движения заключалась именно в применении кривошипа, только он думал установить на одном валу два цилиндра, действующих на два кривошипа, расположенных на 120° относительно друг друга, и, кроме того, противовес, поставленный относительно их также на 120°. «При помощи этих кривошипов, — записал Уатт в своем дневнике, — я смогу получить от огненной машины вращательное движение, которое будет во все моменты чрезвычайно близким к равномерному без помощи махового колеса. Машина будет по желанию вращаться вперед и назад. В ней не будет ни зубчатых колес, ни зубчатых реек, и потребление пара в ней будет наилучшее». (Об этой системе он, вероятно, и писал в апреле 1779 года).

Характерно, что Уатт не думал о применении махового колеса. Впоследствии Уатт утверждал, что зимой 1779–1780 года была уже построена маленькая модель описанного механизма.

Весной 1780 года он придумал еще одну комбинацию: для выравнивания движения была поставлена шестерня с противовесом, с которой было сцеплено зубчатое колесо, надетое на главный вал, оканчивающийся кривошипом. Эта шестерня, вращавшаяся вдвое быстрее главного вала, и играла роль маховика.

Как-раз, когда Уатт был занят этими механизмами, он узнал, что Уозброу отбросил все свои хитроумные комбинации с храповыми колесами и зубчатыми стержнями, в которых то и дело от резких толчков машины зубья ломались как стекло, и вместо всего этого поставил «простой кривошип, и машина работала очень хорошо», — как сообщал Уатт Болтону, находившемуся тогда в Корнуэлсе.

Характерно, что при этом Уатт не выражал ни малейшего возмущения или удивления поступками Уозброу, не обвиняя его в плагиате, чего можно было бы ожидать, если бы действительно имело какое-нибудь незаконное заимствование уаттовских идей. Уатт очень заинтересован, что выйдет из этой попытки Уозброу. «Я думаю, вам все же следует по приезде сюда зайти к Уозброу и сказать ему, что мы будем оспаривать его исключительное право на применение кривошипа», — заканчивал свое письмо Уатт.

Когда навели справки в патентном ведомстве, то оказалось, что Пикар, действительно, уже взял патент, но на что?

«Я же убежден, что этот механизм — мое собственное изобретение. Он его получил от нас через Картрайта», — вскипел Уатт, ознакомившись с содержанием патента Пикара. Он был глубоко возмущен. В чем же причина такой неожиданной перемены, такое негодование вместо довольно спокойного проявления интереса к установке Пикара? Была ли украдена чужая мысль и какая, и действительно ли Картрайт разболтал тайну изобретателя. Предоставим слово самому Картрайту.

«Самуил Эванс (мастер на фабрике Пикара) жаловался на его машину, и я сказал, что я думаю, что могу сделать приспособление, которое будет работать с той машиной без всякого выламывания зубьев. И он сказал, — как? А я ему сказал, — при помощи движения, которое я видел у мистера Болтона и Уатта, и я описал ему это движение, а он спросил, — как же это можно сделать; я сказал — при помощи кривошипа с колесом, которое вертит другое колесо вдвое быстрее, чем то. А к этому колесу прикреплен груз для противовеса кривошипу. А он сказал, что его хозяева уже так много потратили на это денег, что они, как он думает, больше тратить не будут. Вот этими словами обменялись мы, я и Самуил Эванс, а происходило это, насколько я помню, в мае 1780 года».

Вот что показал Картрайт, когда Болтон и Уатт собирали материал, чтобы вчинить иск против Пикара.

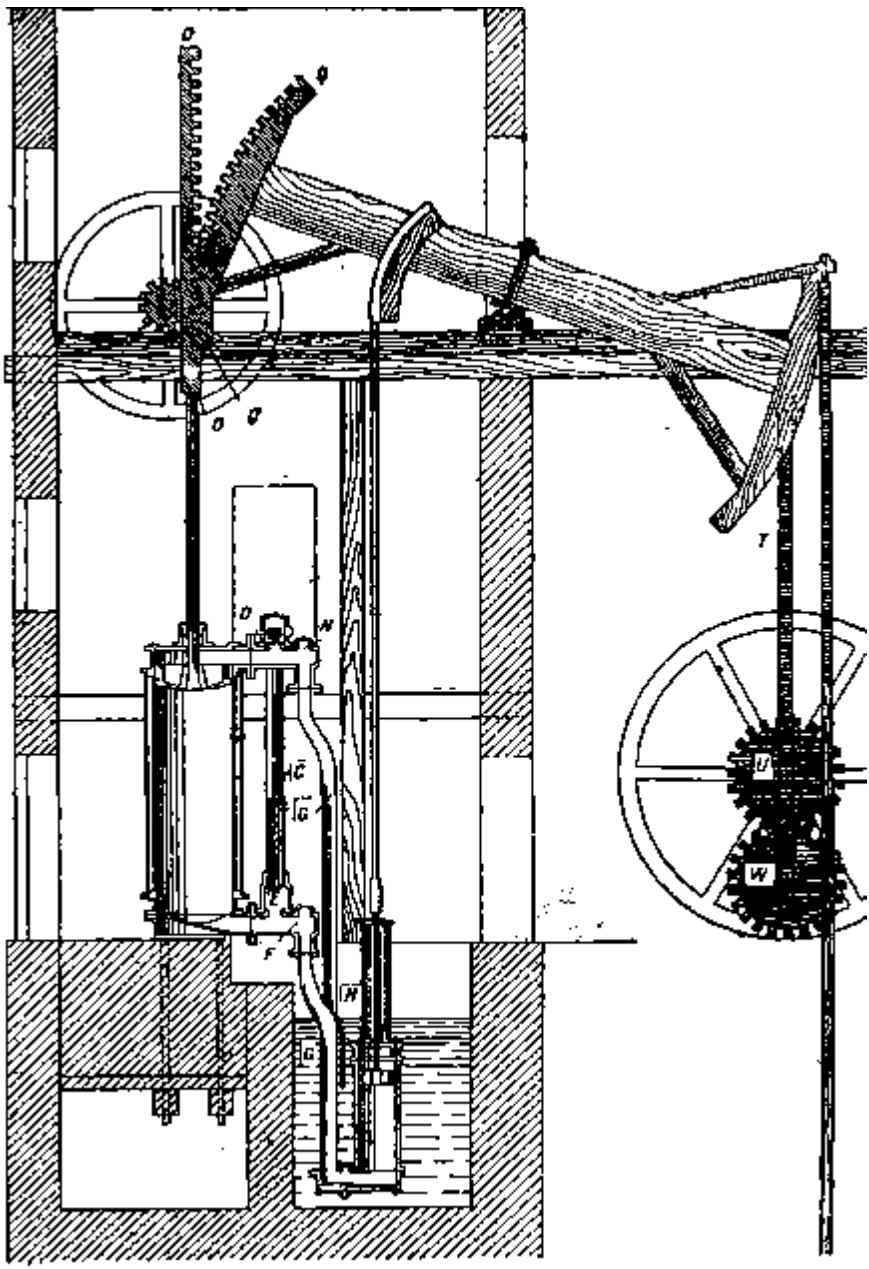
Действительно, Картрайт проговорился в тот майский вечер в трактире «Конь и телега», но только речь шла не о применении кривошипа, а о вращающейся шестерне с противовесом, о механизме, который на практике оказался совершенно негодным.

Но беда была в том, что Пикар мог толковать распространительно свой патент, как покрывающий вообще приложение кривошипов к машине, да он, может быть, даже и имел на это известное право: как-никак, а он первый практически рискнул применить к паровой машине эту деталь, признанную тогдашними авторитетами для нее негодной.

До суда дело не дошло. Болтон и Уатт, взвесивши все, не решились оспаривать патент Пикара, чтобы не вызывать сомнений в действительности их собственного. Задача заключалась теперь в том, чтобы обойти патент Пикара. Впрочем, и сейчас еще Уатт не считал кривошип наилучшим решением проблемы. «Я знаю — из опыта, — писал он Болтону весной 1781 года, — что то, другое приспособление, которое вы видели, когда я его испытывал, производит это движение по меньшей мере также хорошо и, кроме того, имеет много преимуществ перед кривошипом».

Тем больше было оснований, чтобы поторопиться с этим

усовершенствованием. «Я не намерен вас торопить, — деликатно подталкивал Болтон Уатта, — но я думаю, что в течение месяца или двух мы должны решиться взять патент на некоторые способы получения вращательного движения огненной машины, имея в виду, что у нас будет четыре месяца для того, чтобы описать детали изобретения».



Чертеж машины двойного действия с планетарным

движением, приложенный к патенту 1782 года.

С — паропровод; G — пароотводная труба в конденсатор; D и E — паровпускные камеры с тарелочными клапанами (последние на чертеже не изображены), соединяющие верхнюю и нижнюю часть цилиндра с паропроводом С; Н — инжекционная трубка: N н F — паровыпускные камеры, соединяющие обе части цилиндра с пароотводной трубой и конденсатором Е; 00 — зубчатая полоса на конце штока Р, сцепляющаяся с зубчатым сектором QQ, позволяющая передавать на коромысла оба рабочих движения поршня и вниз, и вверх; U — «солнечное колесо», неподвижно закрепленное на главном валу машины; W — «планетное колесо», неподвижно закрепленное на оконечности шатуна Т; непрерывное сцепление U к W достигается при помощи пластины (на чертеже не изображена, ибо находится за U и W), через которую проходят оси обоих этих колес, или при помощи кругового желоба на колесе W, по которому двигается цапфа, прикрепленная к центру колеса W (на рисунке желоб не изображен). При одном обращении W вокруг U последнее делает два оборота.

25 июля 1 781 года Уатт подал заявку «на некоторые новые методы применения качательного, или обратно-поступательного, движения для получения непрерывного вращения, или кругового движения, вокруг оси, или центра, для того, чтобы тем самым дать движение колесам мельниц или других машин».

Спецификацию составляли долго, так как очень задержали чертежи, которые Уатту самому пришлось перечерчивать, ибо присланные из Сохо, на его взгляд, были никуда не годны.

В последнюю минуту к спецификации приписали последний, пятый способ превращения движения. Он то как-раз и оказался наиболее пригодным на практике — это знаменитое «движение планеты и солнца».

Принадлежит ли это изобретение действительно Уатту?

Болтон сам признавал, что «планетарное движение» придумал уже очень давно один из его мастеров, Мэрдок. А Уатт утверждал, что Мэрдок только «оживил один из его старых проектов». Может быть, Уатт был и прав.

О каких-либо протестах со стороны Мэрдока ничего не было слышно. Мэрдок продолжал работать у Болтона и Уатта, служить им за гроши с собачьей, можно сказать, верностью. Но если, действительно, идея Мэрдока была присвоена, то совершено это было с редкостной беззастенчивостью и выставляет Уатта в очень неприглядном свете. Что в самом деле мог сделать Мэрдок? Начать процесс? Но разве возможно было бороться ему против такого сильного капиталиста, как Болтон. Какие неоспоримые

доказательства своей правоты мог бы привести Мэрдок?

Может быть, с Мэрдоком было заключено соглашение и его как-нибудь компенсировали?

Вообще это темный вопрос, который едва ли когда-либо удастся разрешить. Но что Мэрдок мог придумать этот остроумный механизм, в этом не может быть никаких сомнений; последующие работы Мэрдока: огненная повозка, золотник, ряд машин, почти все оборудование Сохо, газовое освещение — доказательства его талантливости.

В связи с применением вращательного движения Уатт проделывает большую экспериментальную работу. Снова была пущена в ход верная «Старая Лиза», как звали машину, привезенную из Киннэля. Еще летом 1781 года, т. е. как-только подали заявку на патент, ее снабдили «эклиптикой» (одним из механизмов, придуманных Уаттом). Планетарное движение еще тогда не было известно Уатту, и вообще первое время он не знал, на каком из способов передачи ему остановиться. «Старую Лизу» приспособили для прокатки олова.

Зимой 1782–1783 года Уатт произвел ряд расчетов и опытов, определяя силу трения, размеры маховых колес, мощность, необходимую для установок на мукомольных мельницах, хлопчатобумажных «мельницах» и на древотерках (для растирания кампешевого дерева для получения краски). Его дневник за эти месяцы пестрит записями и расчетами в этой области. «Эти ротативные машины заняли у меня все время за последние месяцы, — не без досады писал он Болтону. — Я едва ли могу сказать, что занимался чем-нибудь, что может быть названо делом».

Любопытная оценка своей изобретательской и конструкторской работы!

Вилькинсон опять оказался первым заказчиком этих новых машин. Уже в феврале 1782 года готовились чертежи для заказанной им ковочной машины (вращающийся вал с кулаками приводил в движение хвостовой молот). Ее строили почти целый год. В это же время Уатт установил в Сохо экспериментальную ковочную машину. Она приводила в движение одновременно и поршень насоса и вал для молота. На вилькинсоновской машине пробовали разные способы передачи движения, поставили сначала «эксцентрик», потом сменили его «солнцем и планетой».

В марте 1783 года Уатт мог любоваться своим громыхающим детищем на заводе Вилькинсона.

«Заехал в Брэдлей, — записал он в дневнике. — Круговое движение идет хорошо, а молот — нет».

Это была первая машина с планетарным движением.

Превращение машины Уатта в двигатель с вращательным движением было, конечно, огромным скачком в раннем периоде ее развития. Но это усовершенствованне не осталось и не могло остаться изолированным: оно дало толчок для новой линии развития, оно повлекло за собой целый ряд проблем, настойчиво требующих разрешения, а это в свою очередь натолкнуло на новые изобретения и усовершенствования. Машина, не теряя еще своего общего первоначального облика насоса, утрачивала свое первоначальное назначение, а вместе с тем она росла, развивалась, обрастала новыми органами.

Препятствия, созданные патентом Пикара, сыграли и некоторую положительную роль, заставив мысль всячески изощряться, чтобы преодолеть их. Уатт пытался это сделать с чисто механической стороны. Болтон тоже не терял времени. Вероятно, он гораздо больше Уатта досадовал на постигшую их неудачу. Будущее машины, которой он думал снабжать весь мир, закрывалось перед ним. Голова его упорно работала: нельзя ли все-таки как-нибудь обойти Пикара. Сам он ничего не мог придумать, но он припоминал и перебирал в своем уме все, что он когда-либо слышал от Уатта. Ведь тот высказывал иногда замечательные вещи как-будто только для того, чтобы потом их забыть. И Болтон, действительно, припомнил.

Когда они хлопотали в 1775 году о продлении патента, то Уатт в своем заявлении оговаривал случай применения давления пара поочередно с каждой стороны поршня и даже составил чертеж, но затем эта идея заглохла. Вот ее то и надо было сейчас пустить в ход. Опять Болтону принадлежала инициатива практического осуществления одной из мыслей, давно уже оброненных Уаттом.

«Если сделать машину, — писал Болтон Уатту в апреле 1781 года, — по вашему проекту и чертежу, составленным вами несколько лет тому назад, т. е. работающую вниз и вверх, то, может быть, вам удалось бы таким путем совершенно повернуть кривошип вокруг оси, и тогда мы были бы спокойны, так как нельзя сделать обыкновенную машину, чтобы она работала вверх и вниз».

Мы не знаем, как отнесся тогда Уатт к этому напоминанию, но очень вероятно, что он не придал сразу большого значения ему. Лишь через несколько месяцев мы встречаем в его переписке ясно поставленную задачу и способ ее разрешения.

«Относительно машины двойного действия: если поместить на внутреннем (т. е. обращенном к цилиндру. — *М. Л.*) конце балансира груз, равный половине нагрузки, и заставить машину поднимать его при обратном ходе поршня, сделав вакуум над

поршнем, и если вместо цепи применить зубчатую рейку, то цилиндр данных размеров может работать на ту же самую глубину с половинным количеством пара. Я думаю, что машина будет работать очень мягко».

Он запатентовал это изобретение в марте 1 782 года (спецификация написана в июле). Это один из самых замечательных его патентов.

Главная трудность при применении этого изобретения возникла в устройстве передачи. Соединение штока поршня с коромыслом посредством цепи, очевидно, не годилось при рабочем движении в обоих направлениях. Первоначально Уатт применил сцепление зубчатого штока поршня с зубчатой дугой на конце коромысла. Приспособление это было не ново и нельзя было сказать, чтобы особенно удачно. Экспериментальная машина, «машина вверх и вниз», как называл ее Уатт, чуть ли не каждый день ломала зубцы на рейке или на коромысле, но Уатт был все же очень доволен.

«31 марта 1783 года. Приехал домой (в Сохо) и пошел посмотреть, как работает «машина вверх и вниз»; она сломала несколько зубьев в рейке, но работает хорошо», — такова запись в его дневнике.

«Машина работает так мощно, — не без удовольствия писал Уатт французскому ученому Делюку, — что несколько раз выламывала все сцепления».

В том же роде писал он и Смитону.

Еще больше был доволен Болтон. По его настоянию в Сохо была установлена большая машина, уже почти промышленного масштаба, с диаметром цилиндра 18 дюймов, в которой были применены все последние усовершенствования. Машина была значительно быстроходнее всех предыдущих: она делала до 60 оборотов в минуту, зато и ход поршня был значительно короче — 18 дюймов. Она вращала мельничный жернов 4½ футов диаметром.

Наконец-то Болтон увидел первую паровую мукомольную мельницу, о которой он так мечтал!

«Машина идет лучше, чем когда-либо, но сжигает слишком много угля», — записал Уатт.

Первой машиной двойного действия, выпущенной на рынок, была ротативная машина для маслобойни Коте и Джаррет в Гулле. Она была построена в 1784 году. Она замечательна еще в одном отношении.

На одном из чертежей ее общего вида, карандашом рт руки легким штрихом, проведено несколько прямых линий, идущих от конца коромысла, с которым сцепляется конец поршня. Эти три-

четыре небрежно проведенные линии, поверх аккуратно вычерченных зубчиков рейки штока и зубчатой дуги на конце коромысла, являются первым наброском приложения на практике одного из остроумнейших изобретений Уатта.

Необычайный грохот, производимый машиной, и то и дело выламывающиеся из рейки и коромысла зубья ежедневно и ежечасно убеждали Уатта, сколь далека от совершенства эта конструкция. Но довольно долго он не мог придумать, чем бы можно было ее заменить. Задача, действительно, была нелегка: надо было соединить строго прямолинейное движение конца штока поршня с дуговыми движениями конца балансира. Непосредственно соединить их было, очевидно, невозможно. Устроить двухшарнирное соединение штока с шатуном, а этого последнего с концом балансира было технически почти невыполнимо, ведь для этого нужно было установить длинные прямые направляющие, а единственно возможным в то время способом точной обработки больших плоскостей была обработка вручную зубилом и пилой. Можно себе представить, какая это была дорогая и кропотливая работа. Последняя комбинация, таким образом, отпадала сама собой. Уровень производственной техники здесь, как и во многих других случаях, тяжело подавлял размах воображения конструктора-механика.

Общая руководящая мысль, на которой в конце-концов остановился Уатт, заключалась в том, чтобы осуществить соединение при помощи системы рычагов, вращающихся вокруг осей. Из нескольких предложенных и запатентованных Уаттом комбинаций самая простая оказалась наиболее удачной.

Этот механизм требует некоторых пояснений.

Представим себе два стрежня *OA* и *O_1B*, лежащие в одной плоскости и вращающиеся вокруг осей точек O и O_1. При таком вращении их концы A и B будут описывать дуги, обращенные выпуклостями друг к другу.

Если соединить их свободные концы стержнем *AB,* то на этом стержне будет некоторая точка C, которая при этом движении стержней будет двигаться по прямой[6]. Если считать, что *OA*— плечо балансира машины, а O_1B вспомогательный рычаг, «регулирующий радиус», как его называл Уатт, то можно конец штока поршня присоединить на шарнире в этой точке C, и в то время, как конец балансира будет описывать дугу, шток поршня будет двигаться прямолинейно.)

«Уклонение от прямой линии, — определял Уатт в своем патенте от 24 августа 1784 года свой механизм, — движущегося конца одного из этих стержней компенсируется подобным же уклонением, но в обратном направлении конца другого стержня».

«Так как выпуклости дуг, описываемые концами балансира и регулирующего радиуса (вспомогательный рычаг), лежат в противоположных направлениях, то на соединяющем их стержне имеется точка, которая имеет очень мало заметные уклонения от прямой линии». Так описывал Уатт свое приспособление Болтону.

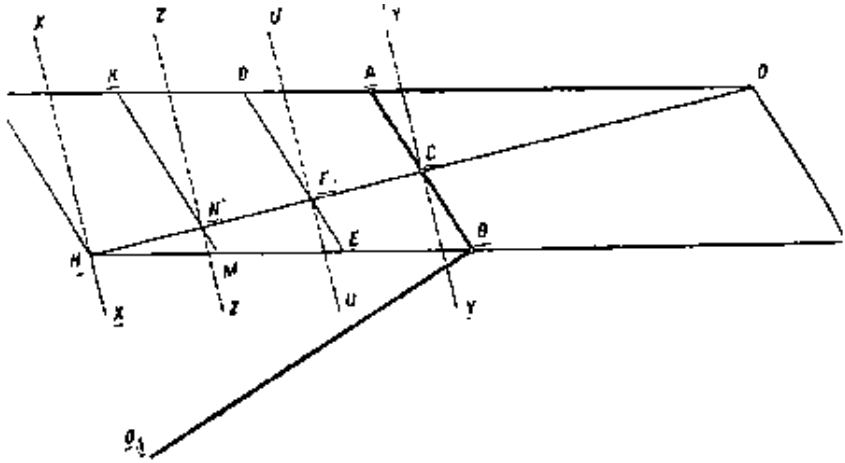


Схема параллелограма Уатта.

В общих чертах эта комбинация возникла у Уатта, может быть, уже в конце 1783 года. Через несколько месяцев она выкристаллизовалась совершенно отчетливо.

«Я, кажется, убил нового зайца, «меня осенила идея о новом способе придать штоку поршня перпендикулярное движение вверх и вниз, прикрепив его только к куску железа на балансире без всяких цепей или препендикулярно направляющих, без всякого трения, без дуг на коромысле и всяких прочих неуклюжих вещей, и это приспособление полностью соответствует всем ожиданиям… Оно годится и для двойных машин и для простых. Я пока попробовал его только на небольшой модели, поэтому не могу сделать окончательных выводов, но я думаю, что весьма вероятно, что эта вещь удастся. Это одно из самых остроумных простых механических приспособлений, которые я когда-либо придумал, но я прошу вас ничего об этом не говорить, пока я не подам спецификацию».

Вскоре он сделал большую модель «этой замены зубчатки и сектора, которая, как мне кажется, оправдывает все ожидания. Шток поршня идет вверх и вниз совершенно в перпендикулярном направлении».

Это был так называемый *неполный параллелограм,* или, как Уатт называл его впоследствии, трехрычажное движение. Немного времени спустя, осенью 1784 года, в Сохо испытывали

уже машину для маслобойни Котса — первую, снабженную этим остроумнейшим механизмом.

«Новое центральное перпендикулярное движение полностью оправдывает все наши ожидания. Оно не производит даже и намека на шум», — писал Уатт Болтону.

Это было в октябре, а в ноябре он уже наносил на чертеж машины, заказанной лондонским пивоваром Уайтбрэдом, дальнейшее усовершенствование этого трехрычажного движения, так называемого «параллельного движения». Механизм этот теперь известен под названием «параллелограм Уатта». Действие его следующее (см. чертеж).

Продолжим мысленно рычаг *OA* до точки *G* и построим параллелограм *OGHJ,* причем *OJ* и *GH* параллельны *AB.* Проведем диагональ *OH.* Она пройдет через точку С.

Если двигать точку С по прямой *yy,* а это, как мы знаем, вполне возможно, то вся система придет в движение, и точка *H* пойдет при этом тоже по прямой *xx* и параллельной *yy,* и все вообще точки пересечения диагонали с линиями, параллельными *AB,* например точка *F* на *DE* или на *KM,* будут двигаться по прямым, параллельным *yy.*

Если принять, что *OG* плечо балансира машины и к нему подвешен параллелограмм (из металлических стержней на шарнирах) *AGHB*, то в точках *C* и *H* можно подвесить концы штоков поршней, и они при качании балансира будут двигаться по прямым параллельным линиям.

Уатт считал этот механизм своим самым остроумным изобретением. Задача соединения балансира с штоком поршня была блестяще разрешена.

Другую, довольно сложную задачу в машине Двойного действия представляло устройство парораспределения. В своих прежних машинах он применял *клапанное* парораспределение. В машине двойного действия Уатт устроил две распределительные камеры (прототип будущих золотниковых коробок), по одной у верхнего и нижнего конца цилиндра. Каждая камера имела сообщение с котлом, цилиндром и конденсатором. Открывая соответствующие отверстия (окна), можно было выпускать пар из котла в ту или иную часть цилиндра (над или под поршень) или выпускать его из цилиндра в конденсатор. Эго достигалось при помощи так называемых тарелочных клапанов, т. е. металлических дисков, поднимавшихся или опускавшихся над соответствующими окнами и частично входивших в них. Клапаны приводились в движение путем довольно сложной системы рычагов, действующих от балансира. (Впоследствии от эксцентрика на коренном валу машины). Одновременно всегда

действовали два клапана, например, паровпускной в части цилиндра над поршнем и паровыпускной из нижней части цилиндра под поршнем.

Уатт, но главным образом его сотрудники, в особенности Мэрдок, долгое время работали над упрощением системы. Задача состояла в том, чтобы при помощи одной детали машины иметь возможность впускать пар в часть цилиндра (по одну сторону поршня), одновременно выпуская его из другой части. В бумагах Уатта сохранились чертежи (см. рис.) другой системы парораспределения при помощи двух поршней, надетых на один стержень и плотно прилегающих к стенкам коробки. При том или ином их положении устанавливалось сообщение цилиндра с котлом или конденсатором — в этом случае через коробку, в которой двигались поршни (см. рис.).

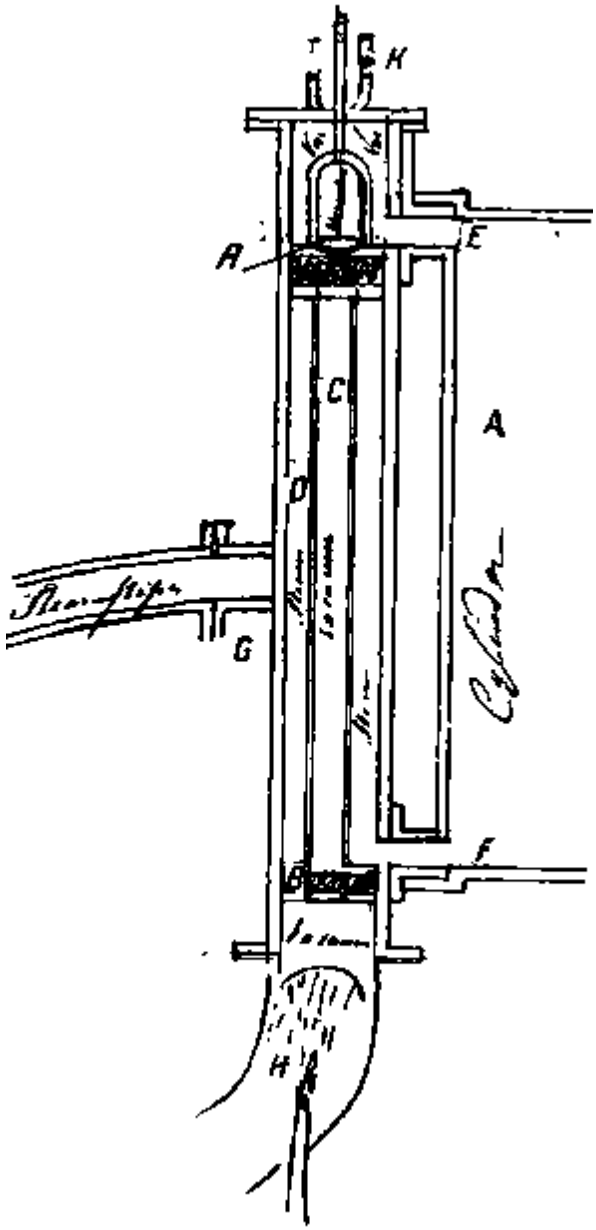


Схема пароораспределения при помощи поршневого клапана.

Чертеж составлен одним из помощников Уатта в 1783 году (буквы поставлены для пояснения). B и B — поршни, соединенные между собой трубкой C и двигающиеся в трубе D, соединенной с конденсатором H и трубками E и F с цилиндром A; G — паропровод; K — шток, служащий для передвижения BB.

В изображенном на чертеже положении поршней BB пространство трубы D между поршнями B и B, а также нижняя

часть цилиндра A под поршнем (не изображенном на рисунке), примыкающая к F, заполнены паром, тогда как в верхней части цилиндра A, над поршнем, сообщающейся через E и через C с конденсатором H — состояние разрежения; при подъеме BB выше F и E нижняя часть A через F будет сообщаться с H, а верхняя часть через E и D — с паропроводом.

Эти эскизы относятся к 1783 году.

Однако, эта система «поршневых клапанов», как они названы на чертеже, почему то не привилась. И вплоть до 1800 года Уатт продолжал пользоваться клапанным распределением. Но Мэрдок стал дальше разрабатывать идею «поршневого клапана» и в 1799 году взял патент на так называемый *D* — образный золотник. Самый золотник, т. е. деталь, закрывающая и открывающая соответствующие окна, представлял собой трубку D-образного сечения, помещенную в золотниковой коробке и передвигающуюся при помощи штока от эксцентрика на валу машины. Средняя часть плоской стороны золотника не примыкала плотно к стенке цилиндра, а опиралась на нее только широкими выступами по краям золотника так, что в некоторых положениях между одной частью цилиндра и золотниковой коробкой, наполненной паром из котла, открывалось сообщение, а в это время пар из другой части цилиндра, по другую сторону поршня, выходил в конденсатор, проходя *внутри* самого золотника как по трубопроводу. Золотник, т. е. одна деталь, таким образом, заменял собой четыре клапана с целой системой рычагов. Несмотря на свою простоту, это золотниковое парораспределение привилось не сразу, и машины с ним стоили дороже, нежели с клапанным, так как трудна была обработка сравнительно больших плоскостей, что затрудняло также и ремонт.

Итак, в середине восьмидесятых годов паровая машина сложилась в своих основных элементах как двигатель с вращательным дижением, с конденсатором, с поочередным действием пар» на обе стороны поршня, с параллелограмом, с планетарным движением, которое, по окончании патента Пикара, будет заменено Кривошипом с центробежным регулятором (см. рис.). Такой будет выпускать ее в течение многих десятков лет фирма «Болтон и Уатт», которая вскоре будет сама строить свои машины и изготовлять все детали и долго будет удерживать свое монопольное положение уже не как собственница патента, а как первый по времени, оборудованию, большому техническому опыту машиностроительный завод.

Но в этой машине не могло найти себе применение одно из

самых замечательных практических приложений действия пара, открытых Уаттом, потому что оно оказалось в противоречии с техническими возможностями, с которыми приходилось считаться Уатту в своей работе. Это — использование *расширения пара.*

Если закрыть доступ пара в цилиндр, когда поршень еще не дошел до конца цилиндра, то пар будет продолжать производить давление на поршень, правда, постепенно уменьшающееся, согласно закону Бойля-Мариотта (давление газов обратно пропорционально объему).

Мысль эта пришла в голову Уатту еще в 1769 году, и он о ней писал Смоллу: «Я уже говорил вам о способе удвоить действие пара и притом довольно легко, используя силу пара, устремляющегося в пустоту. Теперь эта сила теряется. Она почти вдвое усилит его действия, но для полного ее использования потребуется слишком большой резервуар. Она особенно применима к паровому колесу и может заменить отсутствие конденсатора там, где применяется только сила пара, так как, если открыть один из клапанов и пустить пар, пока он не заполнит одной четверти пространств между этим клапаном и следующим, и затем закрыть клапан, то пар будет продолжать расширяться и давить на колесо с уменьшенной силой».

Была ли совершенно нова эта мысль? На нее могла натолкнуть Уатта ньюкомэновская машина.

Отсечка пара, т. е. преждевременное закрытие доступа его в цилиндр до того момента, как он совершенно наполнит его, применялась на ньюкомэновских машинах для того, чтобы постепенно остановить поршень и избежать резких толчков, а не ради экономии пара. Но использовать отсечку и дальнейшее расширение пара в машинах Уатта было нельзя, пока они сохраняли старую систему клапанов, применявшуюся на ньюкомэновских машина^. Дело в том, что паровпускной и паровыпускной клапаны были соединены так, что преждевременное закрытие впуска пара слишком рано открывало сообщение с конденсатором. Уатт довольно долго бился над этой проблемой, пока не додумался до системы отдельного закрывания и открывания впускного и выпускного клапанов.

В Сохо построили специальную экспериментальную машину для этой цели. Она была пущена в ход в апреле 1777 года, но уже через несколько месяцев Уатт усумнился в целесообразности расширения пара, зато Болтон очень уцепился за эту идею. Машина работала прескверно. Уатт не довел до конца своих опытов и не добился хороших результатов. Но года через два появился опасный соперник для Уатта в лице Джабеза

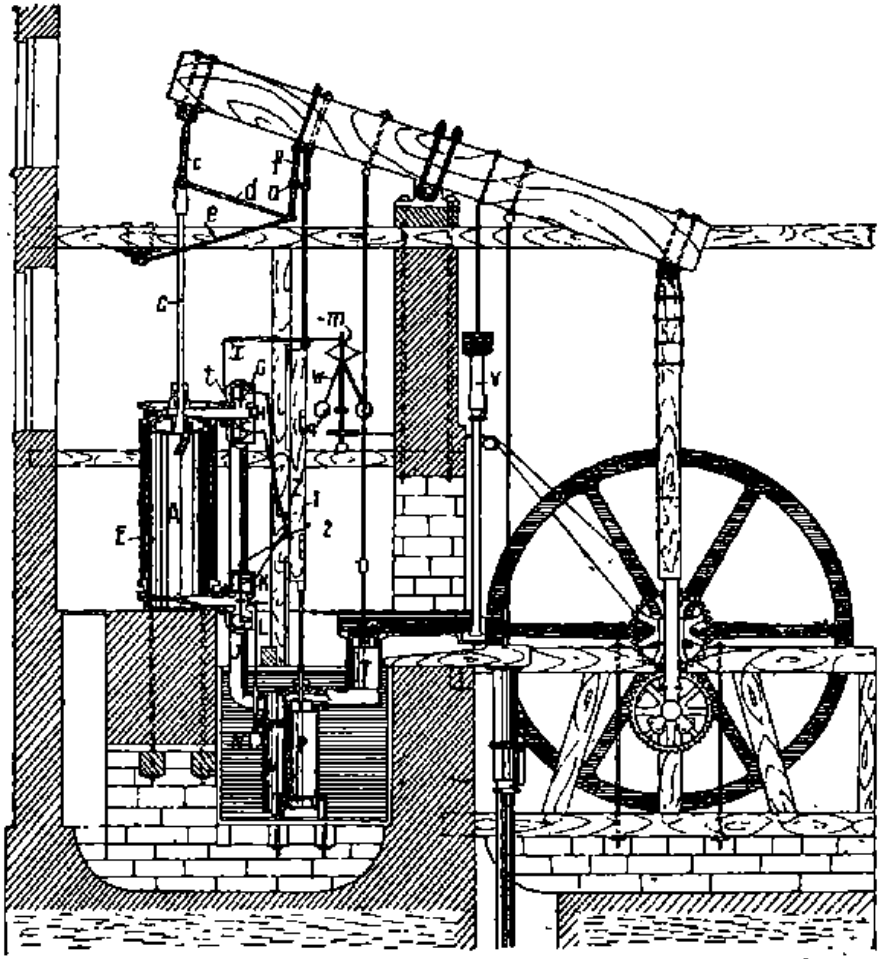
Горнблоуэра с его двухцилиндровой машиной, в которой пар из одного цилиндра последовательно поступал в другой и действовал расширением. Надо было преградить путь Горнблоуэру.

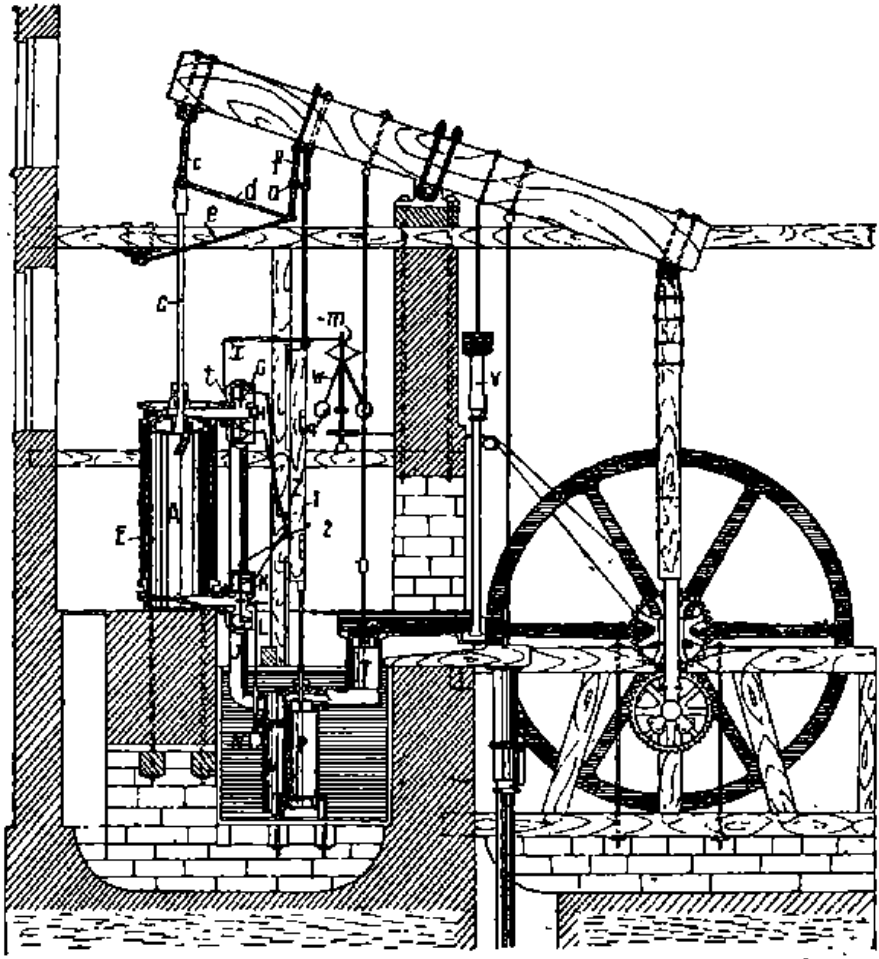
В своей спецификации к патенту 12 марта 1782 года Уатт подробно изложил принцип использования расширения пара и снабдил ее даже диаграммой, показывающей кривую давления пара, согласно закону Бойля-Мариотта. Но практически он этого принципа так и не применил.

Почему?

Виноватыми, по его словам, оказались рабочие, те невежественные и упорные машинисты, которых никак нельзя было научить рациональному управлению машиной. «Целый ряд усовершенствований, усложняющих машину, нельзя ввести, — жаловался Уатт, — пока эти невежественные и упрямые люди, которым вверяется забота о машине, не станут более развитыми и лучше знакомыми с машиной». Так он писал в 1781 году.

Но то же самое он рассказывал и в старости. «Мы иногда ставили цилиндр вдвое большего размера, нежели требовалось, и отсекали пар на половине хода поршня. Пока за машиной ухаживали монтеры из Сохо, все шло хорошо, но когда к ней приступали местные машинисты, то они, желая ее улучшить, часто давали ей больше пара. Машина работала лучше, но котел не мог давать нужного количества пара, к нам поступали жалобы на недостаток пара и приходилось снова посылать своих монтеров».


c
p
d
o
e
G
m
I
t
w
v
E
A
1
2
K
L
T



Чертеж машины Уатта (1787 г.), установленной на мельнице Альбиона.

A — цилиндр (диаметр 34 дюйма); B — поршень (ход 8 футов); C — шток поршня; E — наружный цилиндр (кожух); пространство между A и E заполнено паром (паровая рубашка); J — пароотводная труба; камеры с тарелочными клапанами: C — верхняя паровпускная; H — верхняя паровыпускная; K — нижняя паровпускная; L — нижняя паровыпускная; G н K соединены паропроводом (не изображен на чертеже); H н L соед" чены пароотводной трубой; M — конденсатор, погруженный в резервуар с холодной водой; N — инжекционный кран; P — воздушный насос; T и V насоом, подающие горячую конденсационную воду в котел; Z — брус, регулирующий движение клапанов; W — центробежный регулятор (m — муфта, q — шары); x и t — рычаги к паровыпускному клапану; 1, 2 — рычаги к тарелочным клапанам; c, d, f — параллелограм; e — регулирующий радиус.

(Точка a на звене f есть точка C на чертеже параллелограма Уатта).

Но дело было не в машинистах, а в физических законах. Закон Бойля-Мариотта, правильный для газа, оказывался совершенно неверным для пара, как показали Уатту его же собственные наблюдения.

«Это рассуждение совершенно ошибочно, — писал оч, — если оно применяется к пару, так как пар охлаждается благодаря расширению, теряет часть своего объема и частично превращается в воду, если не может заимствовать тепла из окружающих его тел».

Действительно, при тех давлениях и при тех температурах пара, которые Уатт применял, расширение пара не могло дать сколько-нибудь значительных выгод. Введение же высокого давления было связано с такой огромной работой, казалось столь мало осуществимым технически, конечные результаты его были столь еще неопределенны, что Уатт не решился вступить на этот путь. Ему было уже довольно и того длинного пути, который он прошел, и тех целей, которых он достиг.

«Пора уже прекратить опыты с новыми изобретениями, — писал он, — и в особенности не следует ничего пробовать, что (упряжено с какой-либо опасностью неудачи или может причинить нам затруднение при исполнении».

В заключение этого обзора главнейших изобретений Уатта нужно сказать два слова об одном изобретении, обыкновенно приписываемом ему, — об индикаторе. Этот прибор, служащий для измерения и записи колебаний давления пара в цилиндре, в современной нам форме не является изобретением Уатта.

Прибор, который Уатт называл индикатором, есть скорее манометр или вакуумметр. Это — трубка, сообщающаяся с цилиндром машины. Внутри ее ходит поршень, шток которого соединен рычажком со спиральной пружиной, оказывающей сопротивление давлению атмосферы на поршень с другой стороны. Свободный, выходящий из трубки конец штока выступает больше или меньше в зависимости от колебаний давления пара и соединен со стрелкой, показывающей на циферблате эти колебания давления пара в тот или иной момент движения поршня цилиндра. Таким образом, нужно было наблюдать одновременно и за стрелкой, и за положением поршня в цилиндре.

Этот прибор был построен около 1790 года. Первая сохранившаяся запись опытов в дневнике относится к 1793 году.

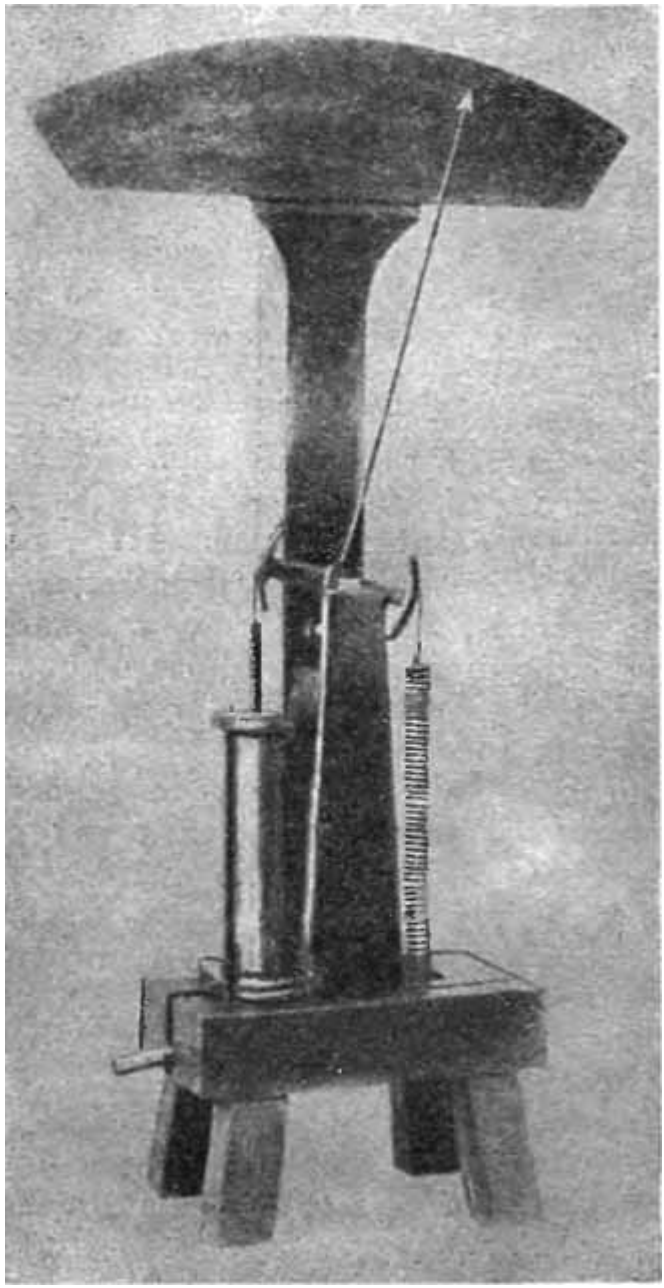
Прибор, записывающий колебания давления в виде диаграммы, был сконструирован одним из помощников Уатта, Саутерном, в 1796 году, как это документально можно доказать на основании сохранившейся переписки. Бумагу для записи он помещал на движущуюся дощечку, а не на вращающийся барабан, который был применен лишь в тридцатых годах XIX века.

К концу штока прибора был прикреплен перпендикулярно к нему карандаш, который чертил от движений поршня прямую на листе бумаги. Если лист в это время передвигался в направлении, перпендикулярном этой прямой, и притом в одну сторону, то получалась волнистая кривая, если же движение листа было, как и движение поршня машины, возвратно-поступательное, то получалась замкнутая кривая.

Весной 1786 года к лондонским аттракционам и достопримечательностям прибавилась новая достопримечательность, на некоторое время овладевшая вниманием столицы: начала свою работу первая большая паровая мельница, носившая гордое название «Мельница Альбиона».

Правда, она не была первой паровой мельницей в Англии. Некоторое время до этого изобретательный Уозброу приспособил у себя в Бристоле паровую машину для вращения мельничных жерновов, да и на заводе Сохо была тоже экспериментальная мельничная установка, но кто из лондонцев мог об этом знать, а тут, чуть ли не в самом центре города, у моста «Черных братьев», поднялось изящное здание с высокой трубой, из которой день и ночь валил густой черный дым (приводивший, кстати сказать, в ужас Уатта, задумывавшегося над способами уничтожения дыма), и день и ночь слышалось шипение паровой машины, сначала одной, а потом двух (всего предполагалось поставить три машины, но третью так и не поставили) и шум целых сорока поставов (по двадцати на машину). Проектировал и устанавливал всю механическую часть мельницы молодой шотландский инженер Джорж Ренни, широко применивший впервые в машиностроении чугун и железо вместо дерева. Получал он за труды по одной гинее в неделю.

Паровую машину проектировал Уатт, а хозяином предприятия было товарищество, главными пайщиками которого были Болтон и Уатт.



Индикатор Уатта.

С паровой машиной пришлось повозиться довольно долго. Сгоряча устроили торжественный пуск ее в присутствии многочисленной публики. Через несколько дней, когда машину нагрузили полностью, на шестернях ее «планетарного движения» выломались зубья: Вилькинсон, как на зло, отлил шестерни из отвратительного материала. Еще немного времениспустя

послышался подозрительный стук в цилиндре. Оказывается, шток еле держался в поршне, так как совершенно ослабло закрепление. Было еще множество других мелких неполадок. Все они были вызваны не конструкцией машины, а плохим выполнением ее частей.

Болтон целыми днями до поздней ночи находился на мельнице, вызывал Уатта приехать из Бирмингама, но тот не мог: слишком был занят в Сохо.

Когда мельницу пустили в ход, на нее началось настоящее паломничество.

О ней уже много говорили еще задолго до того, как был положен первый камень ее здания и прежде чем завертелся первый ее жернов. Шум подняли мукомолы: применение пара в мукомольном деле, там, где раньше действовали ветер и вода, создаст опасную монополию, утверждали они, общество пострадает от вздувшихся монопольных цен на муку, а они лишатся своих законных доходов.

Напрасно Болтон ратовал за законность технического прогресса и уверял, что если так рассуждать, то можно, пожалуй, дойти и до первобытного растирания зерен вручную между двумя камнями. Мукомолы все же оказались настолько влиятельными, что учредить акционерную компанию, как рассчитывал первоначально Болтон, не удалось, а пришлось организовать простое товарищество.

Зачем было строить мельницу посреди столицы?

На это Болтон мог прямо ответить — ради прибыльности дела. Но он мог бы еще добавить — ради рекламы.

Лондонцы живо интересовались техническими усовершенствованиями. На паровых водокачках Лондона все время толпились посетители. Но насколько же интереснее простой водокачки была паровая мельница! И действительно, на Альбионскую мельницу повалили толпы посетителей. Побывать там считал своим долгом каждый лондонский дэнди и каждая светская дама. Мельница стала одним из мимолетных капризов моды.

Уатта глубоко возмущало это нашествие светских зевак. Он самым настойчивым образом требовал прекращения доступа посторонним: ведь они только мешают работать, а толку от всех этих джентльменов и лэди все равно никакого не будет.

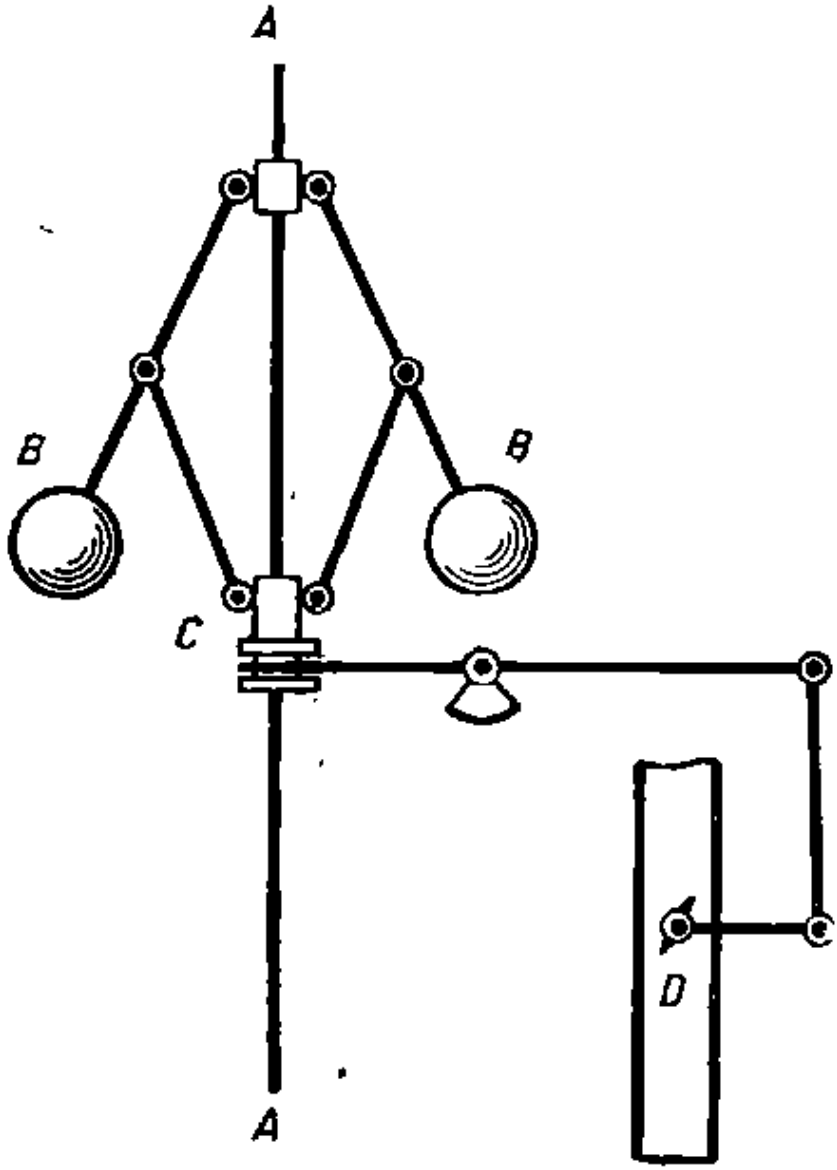
Об этом, впрочем, мог судить только Болтон.

Паровая машина, конечно, найдет широкий сбыт, но надо, чтобы об ней узнали, надо показать ее работу как-нибудь очень ярко и наглядно, надо, чтобы вокруг нее был бы поднят некоторый шум, чтобы об ней заговорили — реклама даст

последний толчок колеблющемуся заказчику.

В машинах мельницы Альбиона был, можно сказать, подведен итог всей предыдущей изобретательской и конструктивной работы Уатта, но в них, кроме того, было впервые применено еще одно небольшое, но очень важное усовершенствование — это автоматическая регулировка впуска пара, а следовательно, и равномерности хода машины при помощи так называемого центробежного регулятора. Он давно уже был известен в мукомольной практике для регулирования расстояния между жерновами; Уатт, вероятно, тут же на мельнице подметил этот остроумный механизм и перенес его на свою машину.

Производительность мельницы, особенно после пуска второй машины, была очень велика. Но дело велось настолько безобразно, что, кроме убытков, она ничего не давала.



Центробежный регулятор.

От большей или меньшей быстроты вращения оси AA, получающей движение от вала машины, шары BB, подвешенные на шарнирах и вращающиеся вместе с ней вследствие центробежной силы, отходят дальше или ближе от оси AA и тем самым передвигают муфту C, а вместе с ней систему рычагов, действующих на заслонку D в паропроводной трубе. При слишком быстром ходе машины регулятор вращается быстрее, шары расходятся дальше установленного предела и заслонка D поворачивается так, что уменьшается доступ пара в цилиндр,

машина вследствие этого автоматически замедляет ход. При слишком медленном ходе машины шары сближаются и заслонка поворачивается так, что открывает широкий доступ пара в цилиндр, и машина начинает ускорять свой ход.

Не проработав и пяти лет, в 1791 году мельница сгорела. Говорили о поджоге: пожар окружала ликующая толпа, но Ренни считал причиной катастрофы нагрев одной из машин от плохой смазки.

Болтон потерял на этом предприятии 6 тыс. фунтов стерлингов, Уатт 3 тыс. фунтов стерлингов, но мельница Альбиона сделала свое дело, дело громкой рекламы паровой машины, для которой открывалась широкая дорога.

Едва была пущена в ход мельница, как в Сохо стали поступать заказы на машины от самых разнообразных промышленных предприятий.

За первое десятилетие с того момента, как была выпущена на рынок первая паровая машина Уатта — тогда еще только паровой насос, — с 1775 по 1785 гг. было построено 66 машин общей мощностью в 1238 лош. сил. Главным потребителем машин были, как мы видели, медные и оловянные рудники в Корнуэлсе. На их долю приходится двадцать две машины, т. е. одна треть от всего числа построенных машин. Почти такое же количество было поставлено на литейных заводах и кузницах, главным образом для подъема отработавшей воды снова в верхний резервуар: семнадцать машин общей мощностью в 428 лош. сил. Сравнительно мало было установлено машин на угольных шахтах, всего только пять штук, общей мощностью в 100 лош. сил, да это и понятно: экономия топлива — главное преимущество уаттовского парового насоса перед ньюкомэновским — тут не имела существенного значения.

Всего две машины, общей мощностью только в 9 лош. сил, были установлены на хлопчатобумажных «мельницах» в последнем (1785) году этого десятилетия.

После 1785 года картина резко меняется. На сцену выступает паровая машина с вращательным движением как универсальный двигатель промышленности, и она особенно быстро распространяется в тех отраслях промышленности, где наиболее назрела нужда в таком двигателе, где создана была и необходимая предпосылка его применения — система рабочих машин. Тут на первом месте стоит новая, только-что возникшая хлопчатобумажная промышленность. Из 144 машин, общей мощностью в 2009 лош. сил, построенных за десятилетие 1785–1795 гг., на долю хлопчатобумажных «мельниц» приходится одна

треть—47 машин, общей мощностью в 736 лош. сил. Сравнительно много машин было установлено за этот период времени и на угольных копях — 22 машины, общей мощностью в 220 лош. сил. Они служили главным образом для подъема угля из шахт.

В 1800 году, когда истек срок действия патента, распределение паровой машины (как насоса, так и с вращательным движением) по главнейшим отраслям промышленности представлялось в следующем виде:

С 1775 по 1800 год фирмой «Болтон и Уатт» было выстроено всего 289 машин, общей мощностью в 4543 лош. силы. Из них в хлопчатобумажной промышленности было установлено 84 машины, общей мощностью в 1382 лош. силы, на угольных копях 30 машин (380 лош. сил), на литейных заводах и кузницах — 28 машин (618 лош. сил), на медных рудниках — 22 машины (440 лош. сил), на пивных заводах — 17 машин (147 лош. сил) и на шерстопрядильнях — 9 машин (180 лош. сил).

В остальных видах производства можно было встретить только по две, четыре, шести паровых машин. i

Любопытно, как сам Болтон около 1800 года определял эффективность уаттовской паровой машины:

«При помощи паровой машины один бушель (84 фунта) каменного угля может

1) поднять 30 млн. фунтов воды на высоту 1 фута, или

2) перемолоть в муку 10–12 бушелей пшеницы, или

3) вращать в течение одного часа 1000 веретен, или

4) прокатать 4 центнера полосового железа в тонкие прутья для мелких гвоздей, или

5) выполнять в течение одного часа такую же работу, как десять лошадей».

На закате. Наследие

Уатт принадлежал к числу тех счастливых изобретателей, которые получили признание своих современников.

Слава пришла к нему на закате его жизни. Он был окружен всеобщим почетом. Ряд научных учреждений и обществ избрали его своим членом: в 1784 году он был избран в члены Королевского общества в Эдинбурге, а в следующем году членом этого общества в Лондоне. В 1806 году глазгоуский университет, где он начал свою работу над паровой машиной и сделал свое первое великое изобретение дал ему степень «почетного доктора прав». Особенно большой честью, по понятиям того времени, было избрание его в 1808 году в члены-корреспонденты, а в 1814 году и в действительные иностранные члены Французской академии наук. Английское правительство хотело дать Уатту титул баронета, но от этой «чести» он отказался.

Уже для современников Уатт — Великий инженер, воплощение инженерного гения: для младшего, поколения, заставшего его еще при жизни — почти легендарная фигура.

Уатт не гнался за почестями, но все же любил это всеобщее признание и то почти благоговение, с которым прислушивались к его словам, как к непреложному авторитету в той области, в которой он всю жизнь работал. В этой области, что касается общих принципов, установленных им, он и сам себя считал таковым и был нетерпим к чужим мнениям и попыткам внести что-либо новое.

Но к Уатту пришла не только слава. Наконец-то к концу шестого десятка лет была достигнута и та обеспеченность, о которой мечталось еще в ранние годы. А это тоже имело значение.

Записи доходов, «приходящихся на долю мистера Уатта» в книгах фирмы «Болтон и Уатт», в значительной мере определяли и весь его жизненный обиход, и его занятия, и его настроения и даже до известной степени состояние его здоровья.

Каждая сотня фунтов стерлингов на его текущем счету позволяла ему дышать свободнее. Наконец-то можно было сбросить с себя тяжелое бремя «дел», обязательной работы, наконец-то можно было иметь много досуга и заполнить его так, как хотелось.

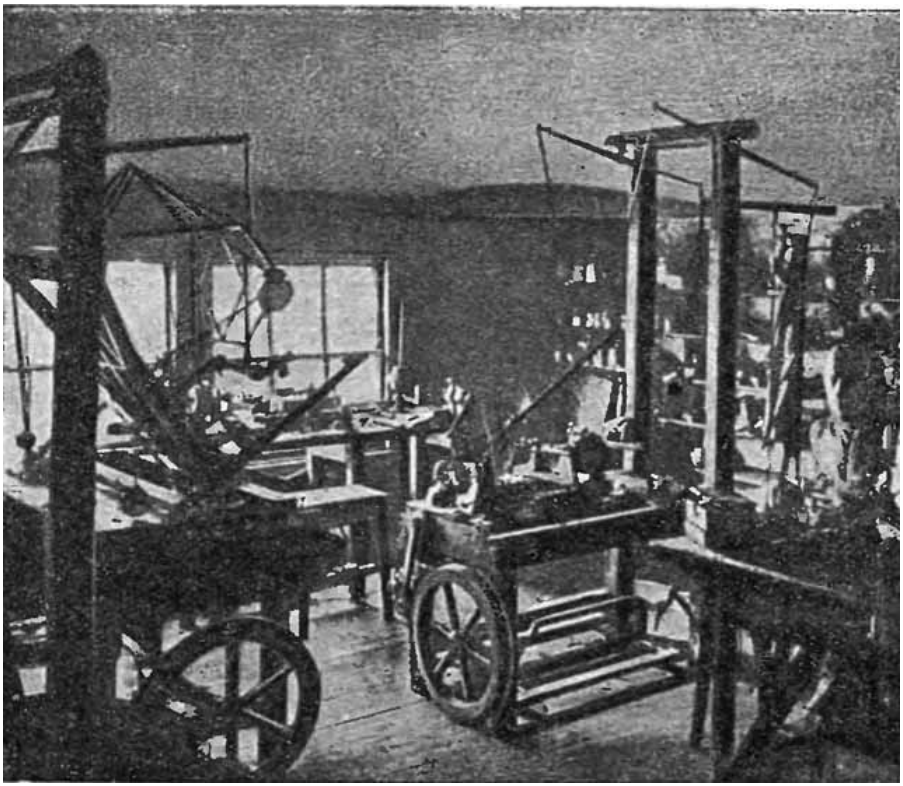
«Что касается постройки машин, то я принимаю теперь в этом деле лишь очень малое участие, но оно идет успешно», — писал Уатт своему другу Блэку в 1798 году. Но уже лет за восемь до этого Уатт стал постепенно отстраняться от дел и устраиваться на

покой.

Первым делом надо было подумать об удобном жилище, где можно было бы приятно дожить свой век, где-нибудь не очень далеко от города, но вдали от городской толчеи. Хитфильд-Хаус, небольшой двух этажный барский дом в приходе Гандсворт, недалеко от Бирмингама, удовлетворял этим условиям. При доме был небольшой участок земли, но Уатт в течение нескольких лет по клочкам прикупал кругом землю, пока к 1794 году не округлил свой участок до 40 акров. Он ретиво занялся посадкой деревьев, разбил цветник и через несколько лет голый участок превратился в уютный уголок. На заднем дворе была выстроена кузница, а на чердаке над кухней Уатт устроил себе мастерскую. Здесь, в этой чердачной мастерской, он и проводил большую часть своего времени, когда поселился в Хитфильд-Хаус.

Широкое, но низкое окно освещало помещение, потолка не было, и под черепичной крышей было иногда очень холодно зимой и очень жарко летом. Уатт поставил в мастерскую свой токарный станок и шкап с ящиками для инструментов: тут были собраны все инструменты, какими он пользовался за свою жизнь: в одном из ящиков лежали, например, инструменты из его глазгоуской музыкальной мастерской. Была устроена небольшая печь для нагревания тиглей, на полках расставлены химические приборы и разложены коллекции минералов, в одном углу стоял гончарный круг, посреди комнаты небольшой письменный стол. Недалеко от двери он устроил себе маленькую плиту, на которой сам приготовлял себе пищу. Он мог здесь оставаться один целыми — днями, поглощенный своей работой. Никто не мешал ему и ничто его не отвлекало.

Устройство дома и сада заняло довольно много времени, но, конечно, этим нельзя было заполнить всего досуга, которого теперь, особенно после 1795 года, когда Уатт передал ведение дел своему старшему сыну, было так много.



Рабочая комната Уатта в Хитфильд-Хаус.

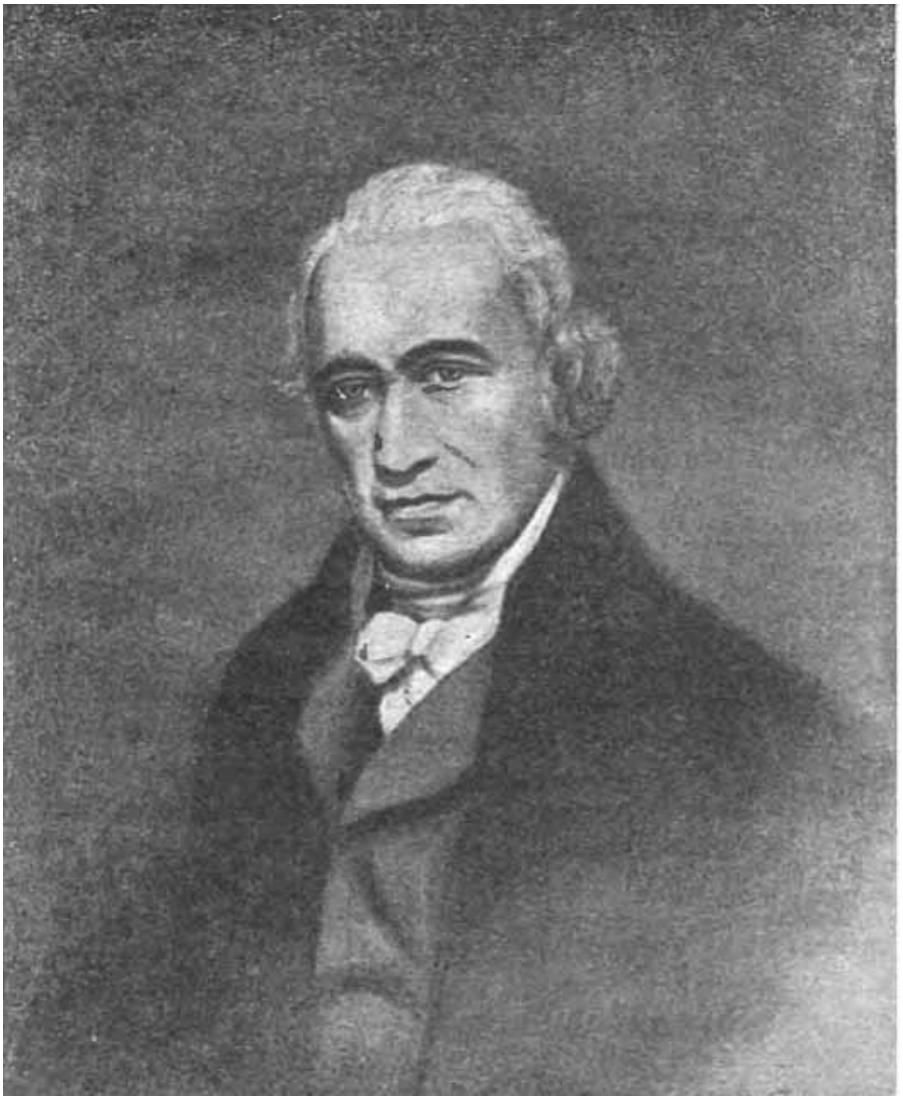
Поразительно, как мало места в течение этих лет досуга занимает в мыслях Уатта паровая машина. Уже в конце восьмидесятых годов прекращается его изобретательская работа в этой области: он считал, что сделал все, что было возможно. Машина ведь уже давно представлялась ему, как достигшая почти совершенства; еще в 1782 году он писал Болтону: «Очень возможно, что за исключением некоторых улучшений в механизме машины ничего лучшего, чем то, что мы уже произвели, не будет допущено природой, которая для большинства вещей предопределила свой nec plus ultra для каждой».

И позднее, уже в годы полного досуга, широких возможностей для спокойного обдумывания и экспериментирования, он утверждал, что не может открыть в паровой машине ничего нового, и если он занимается ею, то только усовершенствованием деталей и проверкой своих прежних выводов и наблюдений. Но занимался ли действительно Уатт этими вопросами и с каким успехом — этого мы не знаем, никаких усовершенствований машины от этого времени, не дошло. Очень вероятно, что — он отстал от этих проблем. Он сам

признал свою отсталость, когда его просили проредактировать статьи его друга Робисона «О паре» и «Паровой машине» для Английской энциклопедии.

«Так как вопросы, касающиеся пара и паровой машины, почти совершенно исчезли из моих мыслей уже за много лет до того, как я взялся за это редактирование, — я прибег к помощи моего друга, мистера Джона Саутэрна, и моего сына, ежедневные занятия которых в производстве паровых машин делают их более компетентными в некоторых вопросах, для того чтобы они направили мое внимание на эти проблемы, а тем более первый, кроме того, гораздо компетентнее меня в деле проверки алгебраических формул».

Тридцать лет труда над своим изобретением не прошли бесследно. Оно увлекало его, но зато ради него слишком много пришлось проделать и неприятной работы, которая была не по душе, которую пришлось нести как тяжелое бремя только для того, чтобы идея воплотилась в жизнь, выросла и окрепла. Может быть, несколько притупилось чувство к своему детищу, может быть, оно просто надоело ему.



Уатт в возрасте 71 года.

Путь был слишком длинен и тяжел. Уатт далеко не дошел до вершины, он остановился на одном из поворотов дороги, откуда, правда, открывались очень широкие горизонты. Он не пошел сам на состязание со своими, более молодыми современниками, может быть, потому, что, невольно или умышленно, он не видел дальнейшего, идущего в гору пути.

Итак, уже за несколько лет до того, как он ушел на покой, он перестал заниматься паровой машиной.

Чем же он был занят?

Биографы и современники любят изображать старика Уатта чуть ли не универсальным ученым, живо интересующимся

всякими научными проблемами, охваченным ненасытной жаждой знаний. У себя «на чердаке» он занимается всевозможными опытами над воздухом, светом, электричеством. Но какие это опыты, а главное, каковы были их результаты и какое значение они имели? Едва ли при этом были сделаны какие-либо научные открытия.

Но несомненно, гораздо больше, чем физикой или химией, занимался он своим любимым слесарным и токарным мастерством. На многие годы его увлекла работа и усовершенствование копировального токарного станка, при помощи которого можно было получить более или менее точные копии с барельефов медалей. Вероятно, он увидел такой станок — во время своего путешествия по Франции в 1802 году. Уатт пытался усовершенствовать его так, чтобы можно было копировать целые статуи.

Это было нелегкой задачей для старика: «Все это время я был занят, — писал он Мэрдоку, который, кстати сказать, помогал ему в этой работе, — составлением чертежей для целой машины, которая должна быть вся из железа. Это было для меня очень серьезной работой, так как изобретательство идет у меня теперь очень медленно».

Его очень мало беспокоило, что выйдет из этого изобретательства: «Каков бы ни был результат, — писал он, — но эта работа имеет ту хорошую сторону, что спасает меня на много часов от скуки, давая занятие моим рукам, когда я не могу работать головой, давая мне моцион, когда я не могу выходить из дома».

Весь его «чердак» был завален оконченными и неоконченными копиями барельефов, медалей и статуй из дерева, алебастра, кости.

Копировальный станок, действительно, спас его от многих часов скуки.

Уатт довольно много читал, главным образом беллетристику. Иногда старики читали друг другу вслух и плакали над трогательными сценами. Миссис Уатт также плакала, хотя, она была женщина характера твердого и во всем любила порядок. Для мастерской старого изобретателя не нашлось нигде в доме места, кроме чердака, потому именно, что миссис Уатт не терпела «грязи», не желала видеть мужа в засаленном кожаном фартуке и с грязными руками. Из этих же соображений педантичной чистоплотности она терпеть не могла, когда он при ней нюхал табак, и беспощадно запирала на ключ его табакерку.

Уатт довольно много путешествовал. Каждый год он один или с женой куда-нибудь ездил.

В 1802 году они съездили за границу: в Бельгию, проехали вверх по Рейну да Франкфурта, вернулись через Париж. Это было самым длинным путешествием Уатта — обычно же его поездки не выходили за пределы Британских островов. Старики облюбовали курорт Челтэнгэм, где Болтон не раз лечил свои больные почки.

Несколько раз Уатт побывал в Шотландии, родном Глазгоу и Эдинбурге, куда заезжал погостить к своим друзьям — Блэку и Робисону. Шотландцы окружали его почетом и вниманием. Среди его поклонников был и знаменитый поэт и романист Вальтер Скотт. Уатт отплачивал ему взаимностью — восторгался его стихами и романами.

Так было прожито около двадцати пяти лет. Изобретатель в нем давно уже умер, остался доживать свой век высокий и худой старик, избавившийся, наконец, от своих мигреней, довольна приветливый и словоохотливый, удовлетворенный своей спокойной жизнью. Это была безмятежная старость, долгий многолетний отдых.

Но на этом ясном горизонте были и свои черные точки. Смерть вырывала одного за другим друзей и близких ему людей. Он потерял обоих детей от второго брака — оба погибли от чахотки. Особенно горестна для него была потеря сына Грегори, подающего надежды, талантливого молодого человека — двадцати семи лет.

Все больше редел круг друзей.

В 1795 году умер Вэджвуд.

В 1 799 году пришло известие о смерти Блэка.

В 1805 году умер Робисон.

В 1809 году умер Болтон, который работал, строил, хлопотал, управлял своей новой монетной мастерской до последних дней, пока болезнь не свалила его.

Уатт на десять лет пережил своего энергичного компаньона и друга.

19 августа 1819 года — день смерти творца паровой машины.

В одном из своих писем к Болтону Уатт высказал ему мысль, что в его машину вряд ли можно будет внести какие-либо существенные усовершенствования, кроме разве улучшений в механической части.

Великий изобретатель ошибался. В его же письмах, патентах встречается ряд идей и в некоторых его опытах попытки их осуществить — идей, которые предуказывали пути дальнейшего развития паровой машины. Сам он не вступил на эти пути по ряду причин.

По опыту всей своей жизни он хорошо знал, какие огромные трудности нужно преодолеть для того, чтобы осуществить новую

техническую идею.

Он слишком хорошо понимал несовершенства современной ему техники как металлургической, так и металлообрабатывающей. Разве можно было без очень большого риска предъявлять к ней более высокие требования, когда она едва справлялась с теми, которые к ней сейчас предъявлялись. Как-раз одним из очень больших достоинств уаттовской машины было то обстоятельство, что она была вполне осуществима для техники той эпохи.

Наконец, машина Уатта достаточно хорошо удовлетворяла потребности промышленности. В очень многих случаях лучшего пока и не требовалось.

Но младшие современники Уатта оказались смелее его, и в последние годы жизни изобретателю пришлось увидеть, как двигалась техника по путям, которые он предуказал. Его последователей можно назвать, пожалуй, с одинаковым правом и его наследниками и соперниками. Они пытались воплотить в жизнь не только его мысли, не доведенные им до конца, но и совершенно им отвергнутые.

Нужно отметить два принципа, которые легли в основу дальнейшего развития паровой машины. Из комбинации их выросли многочисленные разновидности паровой машины XIX века, но в работе самого Уатта они не имели крупного значения: это, во-первых, применение пара высокого давления — в изобретательской деятельности Уатта оно не пошло дальше его юношеских опытов с котлом Папэна; во-вторых, расширение пара — после нескольких попыток практического его приложения Уаттом оно также было оставлено им. Что послужило стимулом к дальнейшему росту паровой машины? Экономия топлива — вот что широко раскрыло дорогу для первой уаттовской машины и помогло ей вытеснить старого» Ньюкомэна. Экономия топлива была одним из очень сильных стимулов и дальнейшего усовершенствования паровой машины.

В канун рождества 1801 года жители небольшого горняцкого городка в Корнуэлсе, Кэмборна, могли созерцать редкостное зрелище. По главной улице городка, расположенного на склоне холма, двигалась повозка без лошадей. На ней была водружена паровая машина, страшно пыхтевшая и выбрасывающая большие клубы пара. В повозке сидело семь человеку она прошла по улице Кэмборна, «взяла как птица подъем на холм» и, повернув обратно, остановилась перед одним из домов городка. На другой день повозка снова была пущена в ход, но, пройдя лишь короткое расстояние, сломалась. Строил ее и управлял ею Ричард Тривайтик.

Отец Ричарда был хорошо известен в Корнуэлсе-как выдающийся инженер-строитель атмосферных машин. Это он, осматривая новую машину Уатта в Сохо, «по ошибке» захватил с собой ее чертеж. Впрочем, инцидент вскоре был улажен. Между Уаттом и Тривайтиком-отцом установились очень хорошие отношения, и Тривайтик-сын, Ричард, был взят на работу Болтоном и Уаттом по установке уаттовских машин в Корнуэлсе под руководством Мэрдока.

Поразительная талантливость и разносторонность.

Ричарда была скоро оценена Мэрдоком, который, должно быть, почувствовал в Тривайтике очень опасного соперника Уатту, и когда тот попросился на работу на завод в Сохо, то ему в этом, по настоянию Мэрдока, было отказано.

В своей изобретательской деятельности Тривайтик оказался смелым новатором. Он уже в 1 796 году построил маленькую модель машины *высокого давления без конденсатора,* а в следующем году — маленькую модель паровой повозки с вертикальным цилиндром, опущенным в котел, и маховиком. Этой системы погружения цилиндра в котел для поддержания высокой температуры стенок цилиндра Тривайтик придерживался и во всех своих следующих машинах.

В 1800 году он берет патент на очень компактную, действительно, совершенно «независимую», т. е. не связанную с помещением, где она стояла, машину без коромысла.

Эта Машина имела некоторые недостатки: была очень неустойчива, но построенная им в следующем году машина с чугунным горизонтальным котлом была применена на практике и проработав до 1886 года. Тривайтик применил в ней давление 50 фунтов на кв. дюйм (3,5 кг на 1 кв. см), а потом давление было увеличено до 100 фунтов (7 кг на 1 кв. см). Машина на паровой повозке работала под давлением 65 фунтов.

Повозка пользовалась большим успехом, демонстрировалась Тривайтиком в Лондоне, но дальнейшего распространения не получила из-за ужасных дорог.

Для Тривайтика стало ясно, что проблема сухопутного транспорта может быть разрешена только при помощи рельсового пути, и мы видим, как он в следующие два года строит первый паровоз. Постройка велась в промышленном районе южного Уэлса, где рельсовый путь давно уже применялся на практике. Тривайтик применил котел с жаровой трубой и этим самым значительно усилил парообразование. Часть отработавшего пара он пускал на подогрев воды, а часть выпускал в трубу, усиливая этим тягу. Паровоз вез пять, вагонов общим несом 17,3 тонны со скоростью около 7 километров. Но и рельсовый путь оказался

непригодным для паровой повозки: чугунные рельсы ломались под тяжестью паровоза. Попытки применения парового двигателя на транспорте производились Тривайтиком еще в течение нескольких лет и, в общем, оказались неудачны.

Значительно большим успехом пользовалась стационарная машина Тривайтика, хотя и тут приходилось бороться с огромными техническими трудностями. Очень трудно было построить достаточно прочный котел: Тривайтик сначала строил его из чугунных колец, соединенных друг с другом болтами, а потом перешел к постройке котла из листового железа.

Аисты были очень небольших размеров: 1Х3 фута. Соответствующую кривизну им придавали, выгибая их молотками по шаблону. Трудно было добиться хорошей склепки, швы были очень неплотны, и котельная была всегда полна паром. Пытались между листами прокладывать паклю, но это не помогало: пакля от высокой температуры выгорала.

Машина высокого давления имела ряд преимуществ: малый вес, малый объем, более простая конструкция (не было воздушного насоса). Машина была более экономна в расходе топлива, но трудности в постройке ее были все же настолько велики, что она не получила широкого распространения.

Очень характерно отношение. Уатта к смелым попыткам Тривайтика. Уатт сам не верил в практическую возможность применения высоких давлений. Когда ему сказали, что Тривайтик применяет давление в 50 фунтов, то он заметил, что Тривайтик может применять хотя бы и 100, но он, Уатт, тогда никому не посоветует быть машинистом при этой машине. «Тривайтика следует повесить за то, что он ввел машину высокого давления», — как-то обмолвился Уатт. Может быть, последние слова и были шуткой; однако, в Сохо крайне враждебно смотрели на успехи Тривайтика, видя в нем очень опасного конкурента, и даже входили с ходатайством в парламент, прося запретить применение машин высокого давления, как слишком опасных для жизни и здоровья, но эти попытки сохранить за собой монополию постройки машин кончились неудачей.

Независимо от Тривайтика, к идее машины высокого давления пришел американский конструктор Оливер Эванс. Он проектировал машину с давлением 8—10 атмосфер и с применением расширения пара. Его проекты казались столь фантастичными, что ему было отказано в патенте в 1786 году. Первая машина Эванса была поставлена им на своеобразной амфибии в виде лодки на колесах, могущей двигаться и по суше и по воде. Машина могла приводить в движение или колеса, или гребное колесо, прикрепленное к корме лодки. Эванс

торжественно проехал на этой странной повозке по улицам Филадельфии, а потом проплыл некоторое расстояние вверх по реке против течения.

Эванс являлся энтузиастом парового транспорта и пророчествовал, что скоро наступит время, когда можно будет позавтракать в Вашингтоне и пообедать в Нью-Йорке. Но эти паровые автомобили так и остались в проекте, зато ему удалось построить несколько десятков стационарных машин на основанном им небольшом заводе. Эванс тщательно изучал все, что было известно о теплоте, и в 1805 году издал руководство для машиниста при паровой машине. В нем он высказал, между прочим, идею, которая была осуществлена лишь много позже, а именно: регулировать ход машины не при помощи паровпускного клапана, а путем изменения степени наполнения цилиндра паром. Последний способ дает значительно меньшие потери пара.

Машины Эванса отличались небольшим весом, они стоили дешево, потребляли мало топлива: в три раза меньше, чем машины низкого давления.

Идею Горнблоуэра о применении двух цилиндров разработал корнуэльский инженер Артур Вульф.

Это — так называемая машина двойного расширения, в которой пар, поступая из котла сначала в один цилиндр (цилиндр высокого давления) и произведя в нем работу, затем переходит в другой цилиндр большего объема (цилиндр низкого давления), где действует только посредством расширения.

Вульф работал и у Горнблоуэра и у Тривайтика и в своей машине пытался совместить преимущества обеих этих систем. Применение давлений в 3–4 атмосферы, заимствованное им у Тривайтика, позволило устранить главный недостаток машины Горнблоуэра — большую конденсацию пара внутри цилиндра вследствие расширения. Ведь как-раз это обстоятельство, как мы помним, и остановило Уатта от дальнейшей разработки принципа расширения пара.

В 1804 году Вульф взял патент на свою машину. Из этого документа видно, что теоретические представления Вульфа о процессах, происходящих в паровой машине, были совершенно фантастичны. Он, например, считал, что пар при расширении в пределах от данного высокого давления, положим в 50 фунтов на кв. дюйм, до атмосферного давления расширяется во столько раз, скольким фунтам равно давление его на кв. дюйм. Вульф почему-то считал это непреложным физическим законом и поэтому советовал делать больший цилиндр по объему во столько раз больше малого цилиндра, сколько фунтов давления пара на кв. дюйм предполагалось применить. Это было, конечно, грубейшим

заблуждением, и сам Вульф на практике подобного расчета никогда не применял. Поразительное эмпирическое чутье подсказывало ему очень верно нужные соотношения объемов большего и меньшего цилиндров.

Как на одну из выгод своей машины Вульф указывал на то обстоятельство, что, в случае просачивания пара между поршнем и стенками в цилиндре высокого давления, пар не пропадает, а будет действовать в цилиндре низкого давления.

Вульфовские машины были очень экономны в отношении расхода топлива. Они получили широкое распространение как двигатели текстильной промышленности. Одним из преимуществ машины была возможность сравнительно легко, без каких-либо переделок, значительно увеличивать ее мощность. Один и тот же двигатель, таким образом, мог приводить в движение значительно большее число рабочих машин или давать им большую скорость (на это обстоятельство, между прочим, как-раз и указывал Маркс, опираясь на доклад Нэсмита).

Машины Вульфа долгое время строились эмпирическим путем. Удачный подбор относительных объемов цилиндров высокого и низкого давления составлял коммерческую тайну машиностроительных фирм.

Лишь в шестидесятых годах XIX века были вскрыты процессы, происходящие в цилиндрах машины, и объяснены недостатки и достоинства машины двойного расширения. Заслуга в этой области принадлежит эльзасцу Гирну. Он в своих исследованиях широко применял индикатор, до того времени очень редко применявшийся. Выяснилось, что пар при расширении значительно понижает свою температуру и охлаждает стенки цилиндра. Чем больше расширение, тем больше разность в температурах впускаемого в цилиндр и выпускаемого пара. Вновь поступающий из котла пар поэтому отдает много тепла стенкам охлажденного цилиндра. Поэтому представляется выгодным разбить эту разность температур между двумя цилиндрами так, чтобы расширение пара начиналось в одном цилиндре, а заканчивалось в другом, тогда разность температур впускаемого и выпускаемого пара в каждом цилиндре будет значительно меньше, а поэтому будет меньше охлаждение и потеря тепла вновь поступающего пара.

В машине Вульфа оба поршня движутся или в одном, или в прямо противоположном направлениях, так, что оба начинают и кончают движение одновременно и оба оказываются одновременно в так называемых мертвых точках, т. е. у краев цилиндра. Кривошипы, на которые действуют поршни обоих цилиндров, расположены относительно друг друга или в одну

сторону, или под углом в 180 градусов. Недостатком машины и является то обстоятельство, что наибольшая и наименьшая нагрузки обоих поршней совпадают, а не уравновешивают друг друга.

Усовершенствование, устранившее этот недостаток, было сделано уже после смерти Уатта голландским морским инженером Рэнтгэном, в 1834 году, взявшим патент «на машину со многими цилиндрами, которые берут пар один от другого, но каждый из них имеет независимое движение». Усовершенствование состояло в помещении между цилиндрами особого резервуара, так называемого ресивера, для пара, поступающего из одного цилиндра до перехода его в другой. Благодаря этому можно было расположить кривошип под углом в 90 градусов относительно друг друга и, таким образом, удалось избежать одновременного нахождения обоих поршней в мертвых точках. Машины эти известны под названием «компаунд». Усовершенствование было вызвано желанием применить машину Вульфа на судах. Машины «компаунд» долгое время только там и применялись, и лишь в семидесятых годах стали строить стационарные машины этого типа. Рэнтгэн в своем патенте указывал на возможность постройки машины тройного расширения, но это было осуществлено лишь много позже — в середине восьмидесятых годов.

Усовершенствования в паровой машине, созданные еще при жизни Уатта, господствовали вплоть до последних десятилетий XIX века. Новый этап в развитии паровой машины начался тогда, когда на основе изучения ее работы сложилась наука — термодинамика, а практика стала опираться на все более широкое и глубокое применение этой науки.

Но как бы ни были велики все эти изменения — это были лишь отдельные детали, внесенные в машину, созданную гением Уатта.

Примечания

Арматор. Лицо, снаряжающее за свой счет корабль.

Гадлеевские квадранты. Джон Гадлей (John Hadley 1682–1744). Английский математик и оптик и строитель математических инструментов. Вице-президент Королевского общества. В 1731 г. сконструировал угломерный инструмент, квадрант, оригинальной системы, особенно удобный для производства измерений на море и нашедший поэтому широкое применение в навигации.

Гугеноты. Французские протестанты, признававшие вероучение Кальвина. В XVII веке принадлежали главным образом к мелкому дворянству и в особенности к городской буржуазии («мещанская вера»). Во второй половине XVII века усиливается преследование гугенотов, которые после отмены в 1685 г. так называемого нантского эдикта, установившего свободу вероисповедания, массами эмигрировали из Франции. Являясь большею частью искусными ремесленниками, гугеноты-эмигранты во многих странах положили начало целому ряду новых производств.

Дарвин Эразм (1731–1802). Дед знаменитого естествоиспытателя Чарльса Дарвина. Врач по профессии; жил — около Бирмингама в Личфильде, считался по своим взглядам вольнодумцем. Друг Болтона. Автор очень слабых по форме поэтических произведений, в которых излагал научные теории и, между прочим, высказал ряд идей, близких к эволюционной теории, разработанной Ламарком и Чарльсом Дарвином. В поэме «Ботанический сад» воспевал применение силы пара.

«Декларация прав». Акт, опубликованный 12 февраля 1689 г. английским парламентом одновременно с провозглашением Вильгельма III Оранского английским королем. В «Декларации» даны основы буржуазной конституции, значительно ограничивающей королевскую власть в пользу парламента. Вместе с рядом других законодательных актов, изданных в ближайшие годы, Декларация является юридическим оформлением того господствующего положения, которое заняли в Англии в результате буржуазной революции, наряду с землевладением торговый и банкирский капитал.

Диссентеры (от английского слова dissent — отступать). Общее название в Англии лиц, религиозные взгляды которых отступают от догматов господствующей англиканской церкви. Таковы, например, католики, протестанты. Диссентеры подвергались нередко жестоким преследованиям.

Линд Джемс (1736–1812). Врач и астроном. В 1765–1768 гг. плавал в Индию и Китай. В 1772 г. ездил с научной экспедицией в Исландию. Впоследствии был придворным королевским врачом.

Патенты Уатта (Изложение самим Уаттом их содержания в примечаниях к «Механике» Робисона).

1) 5 января 1769 года. «Методы уменьшения потребления пара и, следовательно, топлива в огненных машинах».

Спецификация утверждена в апреле.

2) 25 октября 1781 года. «На некоторые новые методы приложения качательного, или возвратно-поступательного, движения паровых, или огненных, машин для получения непрерывного вращательного, или кругового, движения вокруг оси, или центра, чтобы таким образом приводить в движение колеса мельницы или другие машины».

Спецификация датирована 13 февраля 1782 года и содержит в себе описание пяти различных конструкций для получения вращательного движения.

3) 12 марта 1782 года. «На некоторые новые усовершенствования в паровых, Или огненных машинах для подъема воды и для других механических целей, а также на новые механизмы, применяемые для этого».

Спецификация датирована 3 июля 1782 года и содержит описания:

«Во-первых, машины, действующей расширением пара, с шестью различными приспособлениями для выравнивания силы действия пара.

Во-вторых, паровой машины двойного действия, в которой пар оказывает давление поочередно с каждой стороны поршня, в то время как по другую сторону поршня образуется вакуум.

В-третьих, новой сочлененной (compound) машины или способа соединения вместе цилиндров и конденсаторов двух или более отдельных машин так, чтобы пар, который был употреблен для давления на поршень первой машины, действовал бы путем расширения на поршень второй и т. д. и чтобы, таким образом, получить дополнительную силу для перемежающегося или одновременного действия вместе с работой первого цилиндра.

В-четвертых, применение зубчатых реек и секторов иа концах штоков поршней или насосов и на дугах коромысел вместо цепей.

В-пятых, новой ротационной машины, или парового колеса.

4) 28 апреля 1784 года. «На некоторые новые усовершенствования в огненных и паровых машинах, и в машинах, приводимых ими в действие».

Спецификация датирована 24 августа 1784 года и в ней дастся описание:

Во-первых, новой ротационной машины, в которой паровой резервуар вращается на оси и помещен в густую жидкость, сопротивление которой действию пара вызывает вращательное движение.

Во-вторых, способа приведения штока поршня, штока насоса и других частей машин в движение перпендикулярное (Уатт имеет в виду, очевидно, *вертикальное* движение. *М. Л.*) или какое-либо другое прямолинейное, и устройства, позволяющего машине действовать иа коромысла как толчком, так и тягой. Теперь это приспособление называется параллельным движением.

В-третьих, усовершенствованного способа применения паровых машин к действию насосов и других механизмов путем уравновешивания штоков.

В-четвертых, нового метода применения паровой машины к приведению в движение мельниц.

В-пятых, упрощенного способа применения паровых машин к приведению в движение тяжелых молотов и пестов.

В-шестых, новой конструкции и способа открывания клапанов и усовершенствованной системы рычагов.

В-седьмых, переносной паровой машины и механизма для приведения в движение повозок.

Пуритане (от английского слова purity — чистота).. Религиозное течение, возникшее во второй половине XVI века, усвоившее учение женевского реформатора Кальвина и враждебно относившееся к элементам пышной обрядности феодально-абсолютистской католической церкви. Пуританство выражало опозиционные настроения складывающейся буржуазии против элементов феодализма и королевского абсолютизма. Одно из течений пуританства — пресвитерианство — стало национальной церковью в Шотландии. Пресвитериане стремились подчинить государство организованной иа буржуазных началах церкви и отличались религиозной нетерпимостью и лицемерной строгостью нравов.

Смолл Уильям (1734–1775). Был профессором математики и естественных наук в Америке (в Вильямсбурге в Виргинии). По возвращении в Англию обосновался в Бирмингаме. С Болтоном Смолла познакомил Веньямин Франклин.

Фритредеры (free trade — свободная торговля). Сторонники свободной торговли, отмены государством всяких ограничительных и покровительственных мероприятий. Фритредеры настаивали на невмешательстве государства в хозяйственную жизнь страны, в которой должна господствовать свободная, ничем не стесняемая конкуренция. Они (Адам Смит и др.) высказывались, в частности, против всяких монопольных

прав и привилегий, стесняющих эту «свободную и всеобщую конкуренцию».

Яррантон Эндрью (1616–1684). Английский агроном и инженер. Один из первых ввел в Англии посевы клевера. Делал ряд попыток улучшить судоходство на некоторых реках. Хорошо ознакомился во время путешествий по Европе с металлургией и, в частности, с выделкой жести в Саксонии и ввел это производство в Англии. В своем сочинении «Усиление Англии на суше и на море так, чтобы боя победить голландцев» (1677 г. — второе издание 1681 г.) излагал свои планы улучшения транспорта путем прорытия каналов, регулировки рек, а также проекты развития железоделательной промышленности и внесения в нее ряда усовершенствований.

Библиография

Ф. Араго. Историческая записка о паровых машинах. Переведено Хотинским. СПБ. 1861 г.

А. Брандт. Очерк истории паровой машины и применения паровых двигателей в России СПБ. 1892.

А. В. Каменский. Джемс Уатт. (Биографическая библиотека Павленкова).

А. А. Радциг. Джемс Уатт и изобретение паровой машины. Петроград. 1924 г.

Board of Education. Science Museum Catalogue of Watt Centenary Exhibition. London. 1919.

E. Cowper. On the inventions of James Watt and his models preserved at Handsworth and South Kensington. Статья a Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 1883, стр. 599–631.

H. W. Dickinson and Rhys Jenkins. James Watt and the Steam Engine. Oxford. 1927.

Dictionaryz of National Biography. Статья „James Watt“ т. LX стр. 51–62.

J. Farey. A treatise on the Steam Engine, historical, practical and descriptive. London, 1827.

J. Lord. Capital and Steam Power 1750–1800. London. 1923.

T. H. Marshall. James Watt (1736–1819). London and Boston. 1925.

C. Matschoss. Die Entwicklung der Dampfmachine. Berlin. 1908. 2 тома.

J. P. Muirhead. The Origin and Progress of the Mechanical Inventions of James Watt, illustrated by his correspondence with his friends and the specifications of his patents. London, 1854. 3 тома.

J. P. Muirhead. Life of James Watt, with selections from his correspondence. London. 1859.

J. Robison. A system of mechanical philosophy. With notes, by D. Brewster. Edinburgh. 1822. 5 томов.

E. Roll. An early experiment in industrial organisation being: a history of the firm of Boulton and Watt 1775–1805. London. 1930.

S. Smiles. Lives of the Engineers. The Steam Engine — Boulton and Watt. New and revised Edition. London. 1878.

notes

Примечания

1

Суппорт — приспособление, удерживающее резец на токарном станке, благодаря которому стала возможной точная механическая обработка металла.

2

По Фаренгейту.

3

Вот правильный расчет:

113 гал. пара X 16 = 1808 гал. пара = 509856 куб. дюймов пара.

ибо
1 гал. = 282 куб. дюймам;
282 куб. дюйма X 1808 = 509 856 куб. дюймам.
5 пинт = 38,2 куб. дюйма X 5 = 191 куб. дюйму;
509 856:191 = 2668 куб. дюймам.

Чтобы понять этот расчет, нужно иметь в виду, что в технике XVIII века полагали расчет площади круга при помощи π слишком сложным. Площадь круга они определяли таким образом: возводили в квадрат диаметр круга, т. е. брали площадь описанного около круга квадрата и вычитали одну четверть ее. Это были так называемые круговые дюймы.

Путь точки С, строго говоря, не вполне прямая линия, но для практических надобностей ее можно считать прямой.